A NOSSA CAPA

A fotografia inserida representa um guindaste de pórtico inteiro com comando eléctrico nos quatro movimentos — elevação, rotação, alcance de lança e translacção, cujas principais características indicamos a seguir:

Energia eléctrica: Alterna trifásica de 3×190 V a 50 ps.
Potência total, cerca de 100 KVA

Força normal de elevação:	3.000 kg
Sobrecarga de ensaio de trabalho + 25 % =	3.750 kg
Sobrecarga de ensaio de estabilidade + 50 % =	4.500 kg
Gabarit de pórtico	Normal da C.P. (3^m,40)
Bitola dos rodados do pórtico (entre centros dos carris)	4,00 m
Entre-eixos das rodas do pórtico	5,20 m
Altura máxima da roldana na ponta da lança	28,00 m
Altura do piso da cabine	7,60 m
Altura máxima de elevação	49,00 m
Raios de alcance da lança (mínimo e máximo)	8 — 16,00 m
Peso total	56.000 kg
Movimento de elevação = Velocidade	1,20 m/seg
Potência e velocidade do motor	60 C.V. a 720 R.P.M.
Movimento de rotação = Velocidade	2 R.P.M.
Potência e velocidade do motor	15 C.V. a 950 R.P.M.
Movimento da lança = Velocidade	0,5 m/seg
Potência e velocidade do motor	10 C.V. a 950 R.P.M.
Movimento de translação = Velocidade	0,30 m/seg
Potência e velocidade do motor	15 C.V a 950 R.P.M.

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

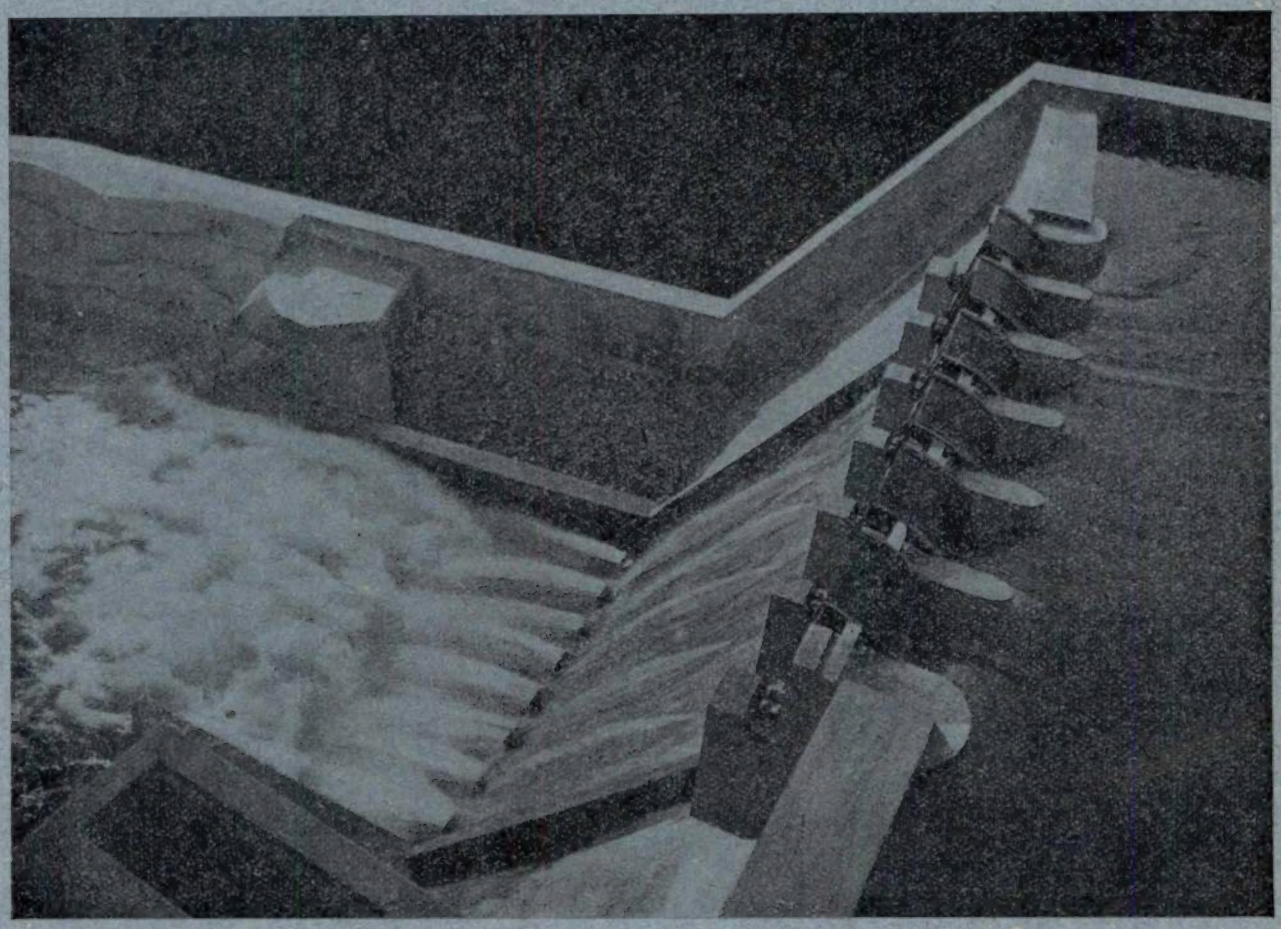
DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

LABORATOIRE DAUPHINOIS D'HYDRAULIQUE

GRENOBLE

HIDRÁULICA FLUVIAL E MARÍTIMA — QUEDAS DE ÁGUA

Determinação económica das obras — Desassoreamentos
Aproveitamento dos rios — Eclusas
Utilização da energia das marés
Estudos de portos, de ancoradouros — Docas secas
Protecção do litoral — Estabilidade das praias.



BARRAGEM DE GRANDVAL

Estudo sobre modelo reduzido da dispersão da energia no pó da barragem.
Descarga de uma cheia de 1.900 m/3sec sobre a barragem.

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho
AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

LEI DE DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

POR MÁRIO FONTOURA E SILVÉRIO COELHO

C. D. 519.272:551.491.001.2
551.491.001.2:519.272

I) — A observação dos fenómenos hidrológicos, tais como as alturas pluviométricas h, os caudais Q, etc., mostra-nos que não é possível estabelecer relações entre estas variáveis e o tempo, da forma $X = X(t)$, capazes de preverem, para uma determinada época t, e para um dado local, o valor numérico dessas variáveis.

Com efeito, as causas influentes nos fenómenos hidrológicos são em tão grande número e tão variadas, que os seus efeitos se mascaram uns aos outros mais ou menos completamente, de modo que as variáveis finais observadas apresentam, dentro de certos limites, um comportamento essencialmente casual ou aleatório.

Na realidade, as causas que influem nestes fenómenos, umas cíclicas outras não, podem ser agrupadas em três categorias:

1) — Causas cíclicas de primeira ordem — Aquelas que, sendo cíclicas, têm importância maior do que as outras causas, devendo por isso o seu efeito ser considerado separadamente, para ser aplicado o tratamento estatístico.

Entre estas causas devemos incluir as que resultam da sucessão dos anos e das estações e as dependentes do estado electromagnético da atmosfera em relação com a presença ou ausência de manchas solares, etc.

2) — Causas cíclicas de segunda ordem e causas acíclicas gerais — Em grande número, da mesma importância, interpenetrando-se mais ou menos, constituindo um complexo cujos efeitos satisfazem à lei do Acaso.

Estão nestas condições as que caracterizam o regime climático duma região.

3) — Causa sacíclicas locais — De maior ou menor importância, que introduzem nas leis gerais definidas pelo tratamento estatístico dos grupos anteriores, desvios particulares observáveis, e possìvelmente interpretáveis em cada caso particular.

— A confirmar esta análise à priori dos fenómenos considerados, mostram os registos hidrométricos que são regulares as curvas de distribuição das variáveis hidrológicas, consideradas como variáveis casuais no sentido estatístico, assim como as correspondentes curvas de repartição, mais usadas na literatura da especialidade.

II) — Seja então E um domínio temporal suficientemente longo para que o número de observações efectuadas tenha significado estatístico, e que, teòricamente, podemos considerar ilimitado.

Para darmos conta da variação sazonal e das outras causas cíclicas de primeira ordem, consideremos o domínio E dividido em sub-domínios que designaremos genèricamente por estações, dentro de cada uma das quais postularemos, de acordo com as considerações prévias, equivalência estatística das causas influentes, e sejam

$$E^{(1)}\ E^{(2)}\ \ldots\ E^{(r)}$$

os sub-domínios considerados.

Suponhamos agora que a variável em estudo, que representaremos genèricamente por X, toma um conjunto discreto de valores $(x_1\ x_2 \ldots x_n \ldots)$ qualquer, e que é, além disso, aditiva (concretamente, o caso que nos interessa considerar alturas pluviométricas, caudais, etc.).

Dividamos então cada subdomínio $E^{(j)}$ em ν_j intervalos iguais de duração $T_j =$

$= E^{(j)}/\nu_j$, de significado especial, que designaremos com o nome de *intervalos unitários ou dias hidrológicos,* correspondentes a cada estação, e que têm importância primordial no desenvolvimento deste trabalho.

A frequência parcial correspondente à estação $E^{(j)}$ do valor x_i de X, é

$$\phi_j(x_i) = \frac{n_i^j}{\nu_j}$$

designando n_i^j, tal que

$$\sum_i n_i^j = \nu_j$$

o número de vezes que se observa, na estação $E^{(j)}$ o valor x_i.

A frequência total do valor x_i no domínio E, será

$$\phi(x_i) = \sum_j n_i^j / \sum_j \nu_j = n_i/\nu$$

designado òbviamente $n_i = \sum_j n_i^j$ o número total de vezes que, no domínio E, se verifica o valor x_i de X.

É pretensão deste trabalho estabelecer, através dos métodos estatísticos a expressão analítica de $\phi(x_i)$ em função de um número mínimo de parâmetros, com significado físico, e de carácter local.

III) — Como hipótese fundamental de tratamento estatístico do problema, admitiremos que, em cada estação $E^{(j)}$, são independentes hidrològicamente, todos os dias hidrológicos de duração T_j, de modo que são também independentes e equiprováveis todos os valores x_i^j (T_j) que a variável X pode tomar, relativamente a cada um desses intervalos unitários, sujeitos esses valores, naturalmente, a certas condições de ligação de ordem física e matemática [equações de condição (3)].

Por outras palavras, postularemos, como hipótese fundamental, que, dentro de cada estação $E^{(j)}$, são igualmente prováveis todas as complexões $[x_i^{(j)}]$.

Nestas condições, o problema estatístico consiste em determinar qual a distribuição $[\nu_i^j]$ que se integra por maior número de complexões $[x_i^{(j)}]$, compatíveis com as ligações do sistema, isto é, qual a *distribuição mais provável.*

Ora, identificando para efeitos de contagem estatística todos os dias hidrológicos apresentando o mesmo valor x_i da variável em estudo, dentro de cada estação $E^{(j)}$, o número de complexões correspondentes a uma certa distribuição $[\nu_i^j]$ será

$$\Omega_j = \frac{\nu_j\,!}{\Pi_i\,\nu_i^j\,!}$$

sendo portanto o número total de complexões para uma distribuição total $[\nu_i^j]$ $(j = 1, 2, \ldots, r)$ dado por

$$\Omega = \Pi_j\,\Omega_j = \Pi_j \frac{\nu_j\,!}{\Pi_i\,\nu_i^j\,!}$$

pois que, por hipótese, admitimos serem independentes as estações $E^{(j)}$.

Obviamente os valores ν_i^j devem ser tais que

$$\sum_{ij} \nu_i^j = \nu\ ;\quad \sum_{ij} x_i\,\nu_i^j = H \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

traduzindo a primeira equação uma ligação evidente, e impondo a segunda uma soma determinada, sobre o conjunto E, para a variável X.

O problema está portanto reduzido à determinação da distribuição $[\nu_i^j]$ que torne máxima a função Ω, subordinada às equações de condição (3).

Tomando, por razões de simplicidade analítica, a função $\log \Omega$, tem-se, pela fórmula de Moivre-Stirling

$$\log \Omega = \sum_j \log \Omega_j = \sum_j \nu_j \log \nu_j - \sum_{ij} \nu_i^j \log \nu_i^j \ldots \quad (4)$$

Aplicando o método dos multiplicadores de Lagrange será

$$\delta \log \Omega = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4')$$

sujeito às condições

$$\left.\begin{aligned} \sum_{ij} \delta\,\nu_i^j &= 0 \\ \sum_{ij} x_i\,\delta\,\nu_i^j &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3')$$

Multiplicando a primeira equação de (3') por $(-\alpha)$ e a segunda por (β), e adicionando membro a membro a (4'), tem-se

$$\sum_{ij} (\log \nu_i^j - \alpha + \beta\,x_i)\,\delta\,\nu_i^j = 0 \quad \ldots\ldots \quad (4'')$$

pois que

$$\partial \log \Omega = -\sum_{ij} \log \nu_i^j \, \partial \nu_i^j$$

A solução de estacionaridade é pois

$$\log \nu_i^j = \alpha - \beta x_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

ou o que é o mesmo

$$\nu_i^j = A\, e^{-\beta x_i} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5')$$

sendo A e β determináveis a partir das equações de ligação (3).

Com efeito, substituindo (5'), na primeira equação de (3) tem-se

$$A\, r \sum_i e^{-\beta x_i} = \nu$$

donde

$$A = \left(\frac{\nu}{r}\right) \Big/ \sum_i e^{-\beta x_i}$$

Mas

$$\sum_i e^{-\beta x_i} \simeq \int_0^\infty e^{-\beta x}\, dx = \frac{1}{\beta}$$

bastando para isso tomar valores x suficientemente próximos, pelo que, finalmente

$$A = \beta \frac{\nu}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

e portanto

$$\nu_i^j = \beta \frac{\nu}{r} e^{-\beta x_i} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5'')$$

Substituindo agora esta solução na segunda equação (3) tem-se

$$\beta \nu \sum x_i e^{-\beta x_i} = H$$

mas

$$\sum_i x_i e^{-\beta x_i} \simeq \int_0^\infty x\, e^{-\beta x}\, \partial x = \frac{1}{\beta^2}$$

pelo que se tem

$$\frac{\nu}{\beta} = H$$

donde

$$\beta = \frac{\nu}{H} = \frac{1}{\mu}$$

sendo $\mu = \frac{\nu}{H}$ o valor médio aritmético da variável X.

Finalmente tem-se

$$\nu_i^j = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\nu}{r} \cdot e^{-\frac{x_i}{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5''')$$

e

$$\phi(x_i) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{x_i}{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

que é a lei de distribuição primária que pretendíamos estabelecer.

Notemos que (I), de acordo com as hipóteses enunciadas, é sòmente a lei de distribuição dos x_i medidos nos intervalos unitários, estatìsticamente independentes, que se postularam.

Numa extensão imediata, considerando X como variável de domínio contínuo, é

$$\partial p\,(x\,;\, x + \partial x) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{x}{\mu}} \partial x$$

a probabilidade elementar de que X tome valores no intervalo $(x;\, x + dx)$, sendo portanto

$$\phi(x) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{x}{\mu}}$$

a respectiva densidade de probabilidade.

Consideremos agora, colocando-nos no problema real, que o domínio E é dividido em N intervalos iguais, de extensão

$$\tau = \frac{|E|}{N}$$

de modo que, em cada estação $E^{(j)}$, correspondem

$$n_j = \frac{\tau}{T_j}$$

dias hidrológicos, a cada intervalo τ considerado.

Designemos ainda por X_i os valores da variável aditiva X medidos nos intervalos τ.

O problema que se põe agora consiste em determinar qual a probabilidade elementar $dP\,(X;\, X + dX)$ de que X tome valores compreendidos entre X e $X + dX$, medidos nos intervalos τ considerados.

Supondo os n_j inteiros, este problema é resolúvel com o auxílio dos teoremas fundamentais do Cálculo das Probabilidades.

Com efeito, neste caso, o valor X de X pode ser considerado como uma soma de valores x_k $(k = 1, 2, \ldots, n_j)$ relativos aos n_j dias naturais contidos em τ cujas respectivas probabilidades obedecem a (I).

Assim, a probabilidade de ocorrência de valores $x_1 x_2 \ldots x_n$ no intervalo de tempo τ, considerados na estação $E^{(j)}$, será pelo teorema das Probabilidades Compostas

$$\partial P = \partial p_1 \, \partial p_2 \ldots \partial p_{n_j} =$$

$$= \left(\frac{1}{\mu}\right)^{n_j} e^{-\frac{\sum_k x_k}{\mu}} \partial x_1 \, \partial x_2 \ldots \partial x_{n_j}$$

e portanto, a probabilidade de uma soma X_j ou melhor, de uma soma compreendida entre X_j e $X_j + dX_j$ será, pelo Teorema das Probabilidades Totais

$$\partial P_j = \left(\frac{1}{\mu}\right)^{n_j} \int \int \ldots \int_{D_j} e^{-\frac{\sum x_k}{\mu}} \partial x_1 \, \partial x_2 \ldots \partial x_{n_j}$$

sendo o domínio de integração D_j, neste caso, o volume n — dimensional elementar compreendido entre os planos coordenados e os planos

$$\sum_k x_k = X_j$$

$$\sum_k x_k = X_j + d X_j$$

A função integranda sendo portanto constante e igual a $e^{-\frac{X_j}{\mu}}$ no domínio de integração D_j, o integral (7) toma a forma

$$\partial P_j = \left(\frac{1}{\mu}\right)^{n_j} e^{-\frac{X_j}{\mu}} \int \int \ldots \int_{D_j} \partial x_1 \, \partial x_2 \ldots \partial x_{n_j} =$$

$$= \left(\frac{1}{\mu}\right)^{n_j} e^{-\frac{X_j}{\mu}} \partial V_j$$

designando ∂V_j o volume elementar (de primeira ordem) do domínio considerado.

Mas

$$\partial V_j = \frac{1}{n_j} \left[(X_j + \partial X_j)^{n_j} - X_j^{n_j} \right] =$$

$$= \frac{1}{n_j} n_j X_j^{n_j - 1} \partial X_j$$

a menos infinitésimos de ordem superior. Substituindo, tem-se

$$\partial P_j = \frac{n_j}{2!} \left(\frac{1}{\mu}\right)^{n_j} e^{-\frac{X_j}{\mu}} X_j^{n_j - 1} \partial X_j$$

como expressão da probabilidade de que a variável X tome, na estação $E^{(j)}$, valores compreendidos entre X_j e $X_j + d X_j$.

Como a probabilidade de escolha da estação $E^{(j)}$ é

$$\frac{|E^j|}{|E|} = \frac{\frac{\nu_j}{n_j}}{\sum \frac{\nu_j}{n_j}} = \frac{1}{\Theta} \cdot \frac{\nu_j}{n_j}$$

sendo portanto

$$\Theta = \frac{|E|}{\tau}$$

a medida em unidades de extensão τ do domínio E, a probabilidade de que, sobre esse domínio a variável X tome valores compreendidos entre X e $X + dX$ é

$$\partial P = \sum_j \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\Theta} \cdot \frac{\nu_j}{n_j} \cdot \frac{n_j}{\mu^{n_j}}$$

$$e^{-\frac{X_j}{\mu}} X^{n_j - 1} \partial X =$$

$$= \frac{1}{2\Theta} e^{-\frac{X}{\mu}} \partial X \sum_{j=1}^{r} \frac{\nu_j}{\mu^{n_j} n_j} X^{n_j - 1}$$

Ainda pondo

$$\frac{1}{2\Theta} = C$$

e

$$\frac{\nu_j}{\mu^{n_j} n_j} = b_j$$

tem-se, mais simplesmente

$$\partial P = c \, e^{-\frac{X}{\mu}} \partial X \sum_j b_j \cdot X^{n_j - 1}$$

ou ainda, designando com $\phi(X)$ a função de distribuição

$$\phi(X) = \sum_j c_j X^{n_j - 1} e^{-\frac{X}{\mu}}$$

Finalmente, pondo

$$\frac{X}{\mu} = \frac{1}{2}\chi^2$$

sendo portanto

$$\chi^2 = \frac{2}{\mu} X$$

será

$$\phi(\chi^2) = \sum_j c_j \chi^{2(n_j - 1)} e^{-\frac{1}{2}\chi^2}$$

ou ainda, pondo

$$2(n_j - 1) = k_j - 2$$

sendo portanto

$$k_j = 2 n_j$$

$$\partial P = \sum_j c_j \chi^{k_j - 2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} \partial \chi^2$$

o que mostra ser a distribuição procurada uma soma de distribuições χ^2, cada uma das quais é relativa a uma estação hidrológica $E^{(j)}$.

Este resultado foi estabelecido, formalmente, na hipótese de ser n inteiro, único caso em que até aqui tem sido usada a função $\phi(\chi^2)$. (Apresentada em 1900 por Pearson para valores de n inteiros e aplicada sistemàticamente nos critérios de «goodness of fit» por Fisher e seus colaboradores).

É porém natural admitirmos neste caso, a extensão formal que consiste em adaptar a expressão (II) ainda no caso em que os n_j não são inteiros, embora a demonstração apresentada não seja então válida.

Nestas condições, apresentaremos, como função de distribuição duma variável hidrológica X, a expressão

$$\phi(\chi^2) = \sum_j c_j \chi^{k_j - 2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} = \sum_j \varphi_j(\chi^2)$$

soma de r funções de distribuição de χ^2, de tipo Gama, incluídas portanto no tipo III da classificação de Pearson.

A probabilidade de X apresentar um valor χ^2 superior a um dado χ_0^2 é

$$P_{\chi_0^2} = \int_{\chi_0^2}^{\infty} \sum_j \varphi_j(\chi^2) \partial \chi^2 \Big/ \int_0^{\infty} \sum_j \varphi_j(\chi^2) \partial \chi^2 \quad \text{.... (III)}$$

Para podermos prosseguir na aplicação prática desta teoria, e porque as funções $\phi(\chi^2)$ não são primitiváveis, temos que recorrer às tabelas que dão os valores de $P(\chi^2, n)$, designando

$$P(\chi^2, n) = \frac{\int_{\chi^2}^{\infty} x^{n-2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} d\chi^2}{\int_0^{\infty} x^{n-2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} d\chi^2}$$

das quais se recomendam as preparadas por Elderton e são conhecidas por «Elderton's Tables of Goodness of Fit».

No entanto estas tabelas só têm valores $P(\chi^2, n)$ para n inteiro, tornando-se portanto necessárias interpolações para a extensão em que nos colocamos.

Posto isto temos que (III) se pode escrever

$$P_{\chi_0^2} = \frac{\sum \int_{\chi_0^2}^{\infty} \varphi_j(\chi^2) \partial \chi^2}{\sum_j \Gamma(k_j)} =$$

$$= \frac{1}{\sum_j \Gamma(k_j)} \sum_j \Gamma(k_j) \frac{\int_{\chi_0^2}^{\infty} \varphi_j(\chi^2) \partial \chi^2}{\int_0^{\infty} \varphi_j(\chi^2) \partial \chi^2} =$$

$$= \sum \Gamma(k_j) P(\chi^2, k_j) / \sum \Gamma(k_j) \quad \text{..... (III)}$$

que nos mostra ser $P_{\chi_0^2}$, relativo ao domínio total E, e média ponderada dos valores $P(\chi^2, k_j)$ correspondem a cada estação $E^{(j)}$.

Finalmente, pondo

$$\omega_j = \frac{\Gamma(k_j)}{\sum_j \Gamma(k_j)}$$

$$P_{\chi^2} = \sum_j \omega_j P(\chi^2, k_j) \quad \text{..... (V)}$$

No caso de ser $r = 1$ (uma só estação) tem-se, evidentemente

$$P_{\chi^2} = P(\chi^2, k)$$

relação que é aproximadamente verdadeira no caso geral, se os k_j não forem muito diferentes, e designando então k o valor médio dos k_j.

Discussão dos resultados — A teoria desenvolvida nos parágrafos anteriores assenta sobre dois conceitos estatísticos fundamentais que pretendemos pôr em relevo:

1) — O de estação hidrológica
2) — O de dia hidrológico ou intervalo unitário.

Estudemos então a influência separada de cada um destes parâmetros.

Para determinarmos a influência do primeiro, consideremos sòmente valores x relativos a uma estação $E^{(j)}$.

É

$$P(\chi_o^2, k_j) = \frac{1}{\Gamma(k_j)} \int_{\chi_o^2}^{\infty} \chi^{k_j - 2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} \partial\chi^2$$

a função de repartição, dando a proporção de valores de X superiores a um limite inferior X_o, e portanto

$$\varphi_j(\chi^2) = \chi^{k_j - 2} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} / \Gamma(k_j)$$

a respectiva função de distribuição.

Temos assim três casos a considerar:

a) — $k_j < 2$ $(n_j < 1)$
b) — $k_j = 2$ $(n_j = 1)$
c) — $k_j > 2$ $(n_j > 1)$

que passamos a estudar separadamente.

a) — Corresponde estatìsticamente a ser a unidade de tempo tomada para a medida de X inferior à duração dos dias hidrológicos da estação $E^{(j)}$.

Neste caso $\varphi_j(\chi^2)$ cresce sem cessar na vizinhança de 0 (valor mais provável), e não apresenta estacionaridade no seu domínio; consequentemente a curva de repartição $P(\chi^2, k_j)$ não deve apresentar ponto de inflexão a distância finita.

b) — Corresponde a ser o dia hidrológico tomado como intervalo de medida dos valores de X.

Nesse caso seria

$$\varphi_j(\chi^2) = e^{-\frac{1}{2}\chi^2} / 2!$$

uma exponencial simples, da mesma maneira que a curva de repartição.

c) — Neste caso, a curva de distribuição, nula em $\chi^2 = 0$, tem um máximo para um valor χ_o^2 tal que

$$\varphi_j'(\chi_o^2) = (n_j - 1)\chi_o^{k_j - 4} e^{-\frac{1}{2}\chi_o^2} + \chi_o^{k_j - 2}\left(-\frac{1}{2}\right) e^{-\frac{1}{2}\chi_o^2} = \chi_o^{k_j - 2} e^{-\frac{1}{2}\chi_o^2}\left[(n_j - 1)\chi_o^{-2} - \frac{1}{2}\right] = 0$$

donde

$$\chi_o^2 = 2(n_j - 1) = k_j - 2$$

ou

$$k_j = \chi_o^2 + 2$$

sendo χ_o^2 precisamente uma ordenada do ponto de inflexão.

Verificação experimental — A verificação consiste na concordância obtida entre os valores calculados e os valores experimentais.

Para os valores calculados precisamos determinar, para cada caso, os parâmetros ω_j e k_j e ainda a relação constante $\frac{2}{\mu}$ entre as variáveis χ^2 e X.

PRIMEIRA PARTE

I) — Considerou-se a existência de uma só estação, por deficiência de dados.

II) — Os valores observados $X_{obs.}$ foram obtidos por interpolação das curvas apresentadas por Meyer, Elements of Hydrology.

III) — Os valores de χ^2 foram obtidos, por interpolação, das Tabelas de Fisher (Statistical Methods for Research Workers).

a) — *Precipitação mensal* de Savannah, Georgia. Registos de 66 anos. (Meyer, Elements of Hydrology, pg. 115).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	1,0		0,85		0,99
80	1,6		1,40		1,63
70	2,2		1,90		2,21
50	3,5	3,6	3,00	0,86	3,50
30	5,05		4,35		5,07
20	6,25		5,40		6,29
10	8,40		7,20		8,40

Curva calculada e valores observados.

Observações:

1) — Calculando o valor de χ_0^2 (ordenada do ponto de inflexão da curva de repartição) obtém-se

$$\chi_0^2 = 1{,}6 \quad \text{donde} \quad X_0 = 2{,}05 \text{ polegadas}$$

2) — $n_0 = \frac{k_0}{2} = 1{,}8 \qquad \frac{30}{1{,}8} = 17$

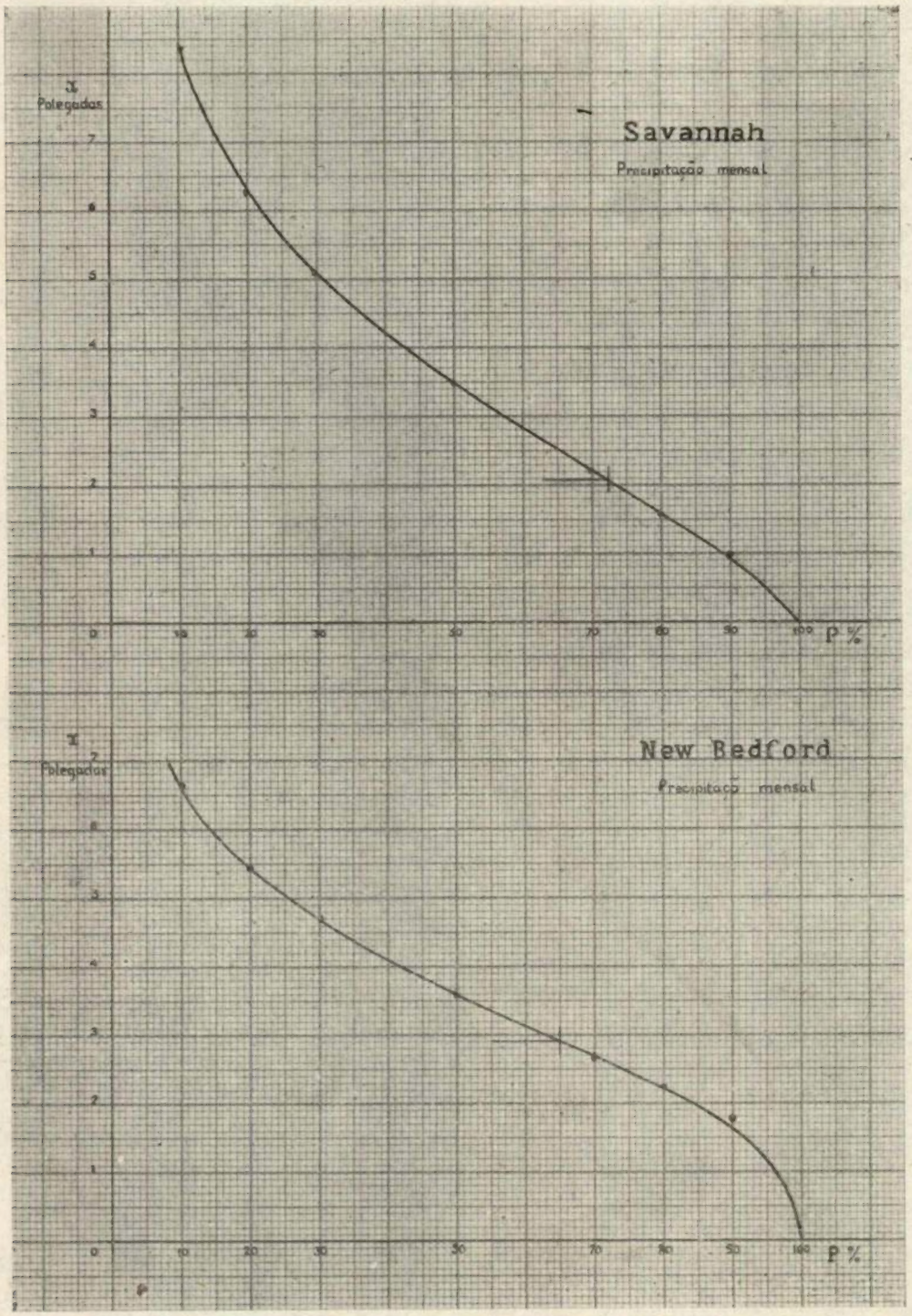


Fig. 1

Quer dizer que cada mês (precipitação mensal) contém 1,8 dias hidrológicos. Cada dia hidrológico apresenta a duração de 17 dias solares.

b) — *Precipitação mensal* em New Bedford, Mass.. Registos de 101 anos. (Meyer, livro citado, pg. 114).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	1,80		3,30		1,68
80	2,25		4,40		2,23
70	2,65		5,30		2,69
50	3,55	7,7	7,05	1,97	3,57
30	4,70		9,20		4,67
20	5,40		10,65		5,40
10	6,65		12,95		6,58

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_o^2 = 5,7$ $X_o = 2,9$ polegadas

2) — $n_o = \frac{k_o}{2} = 3,85$ $\frac{30}{3,85} = 8$

O dia hidrológico vale 8 dias solares.

c) — *Precipitação mensal* em Washington, D. C.. Registos de 77 anos. (Meyer, pg. 115).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	1,05		2,20		1,24
80	1,70		3,05		1,71
70	2,20		3,80		2,14
50	3,00	6,0	5,35	1,78	3,00
30	4,00		7,25		4,07
20	4,80		8,55		4,80
10	6,00		10,65		6,00

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_o^2 = 4,0$ $X_o = 2,25$ polegadas

2) — $n_o = 3,0$ $\frac{30}{3,0} = 10$

O dia hidrológico vale 10 dias solares.

d) — *Precipitação mensal* em New Orleans, La. Registos de 76 anos. (Meyer, pg. 116).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	1,2		1,5		1,5
80	2,1		2,2		2,2
70	2,8		2,8		2,8
50	4,2	4,8	4,15	1,0	4,15
30	5,85		5,8		5,8
20	7,0		7,0		7,0
10	8,75		8,9		8,9

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_o^2 = 2,8$ $X_o = 2,8$ polegadas

2) — $n_o = 2,4$ $\frac{30}{2,4} = 13$

O dia hidrológico vale 13 dias solares.

e) — *Precipitação mensal* em St. Louis, Mo. Registos de 79 anos. (Meyer, pg. 116).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	0,95		1,25		0,95
80	1,50		1,90		1,45
70	2,00		2,50		1,91
50	2,80	4,4	3,75	1,3	2,86
30	4,05		5,35		4,07
20	4,95		6,50		4,97
10	6,35		8,35		6,38

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_o^2 = 2,4$ $X_o = 1,84$ polegadas

2) — $n_o = 2,2$ $\frac{30}{2,2} = 14$

O dia hidrológico vale 14 dias solares.

f) — *Precipitação mensal* em St. Paul, Minn. Registos de 79 anos. (Meyer, pg. 117).

P %	$X_{observ.}$	k_o	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	0,35		0,40		0,364
80	0,75		0,75		0,684
70	1,10		1,15		1,05
50	1,85	2,6	2,00	1,10	1,82
30	2,90		3,15		2,87
20	3,70		4,10		3,74
10	5,20		5,60		5,10

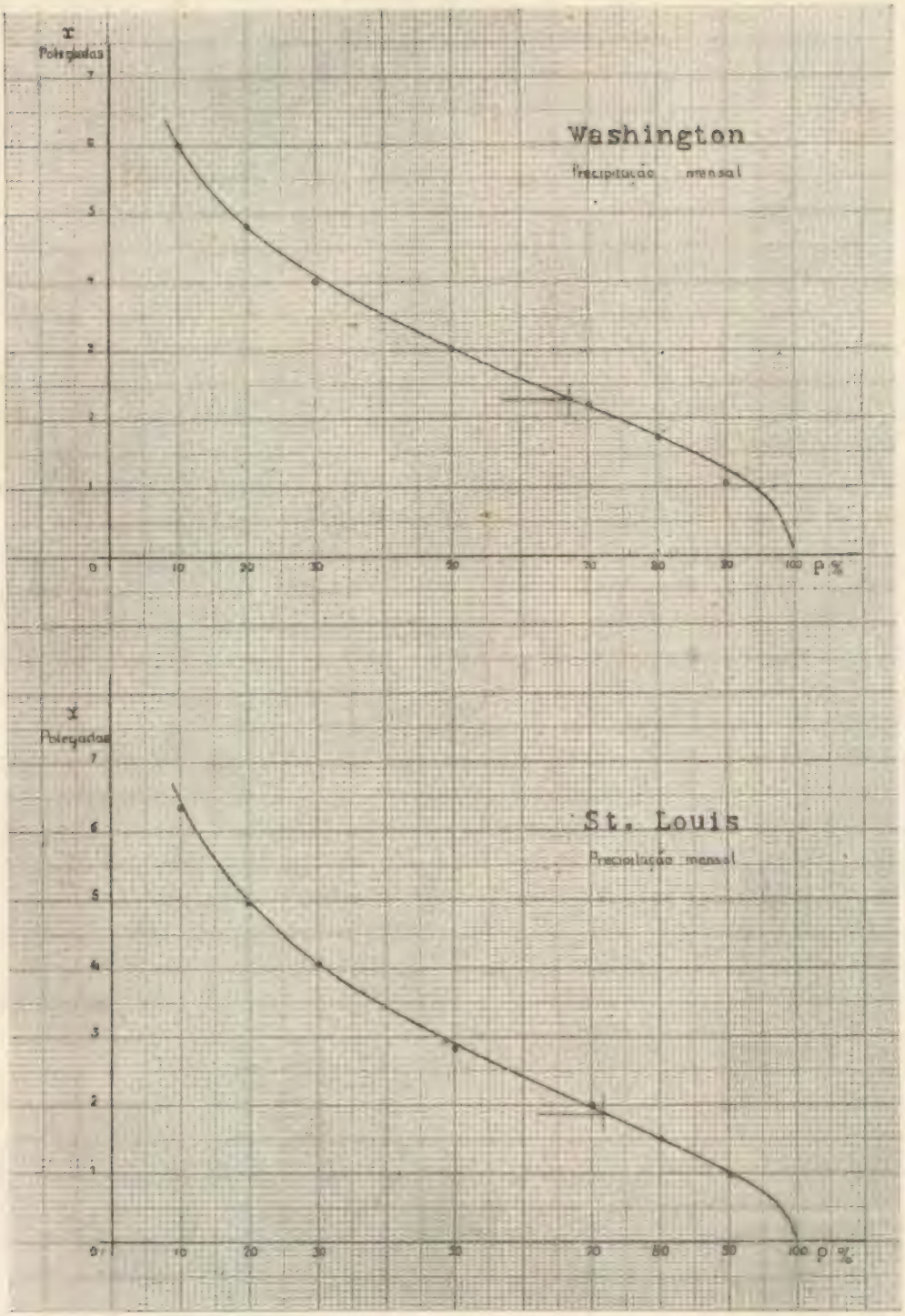


Fig. 2

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_0^2 = 0{,}6$ $X_0 = 0{,}547$ polegadas

2) — $n_0 = 1{,}3$ $\frac{30}{1{,}3} = 23$

O dia hidrológico vale 23 dias solares.

Nota: Para a escolha dos parâmetros da melhor concordância procurou-se que esta se realizasse mais nìtidamente na região das pequenas frequências, região onde é menos sensível a deficiência de se considerar a aproximação de uma só estação. Com efeito,

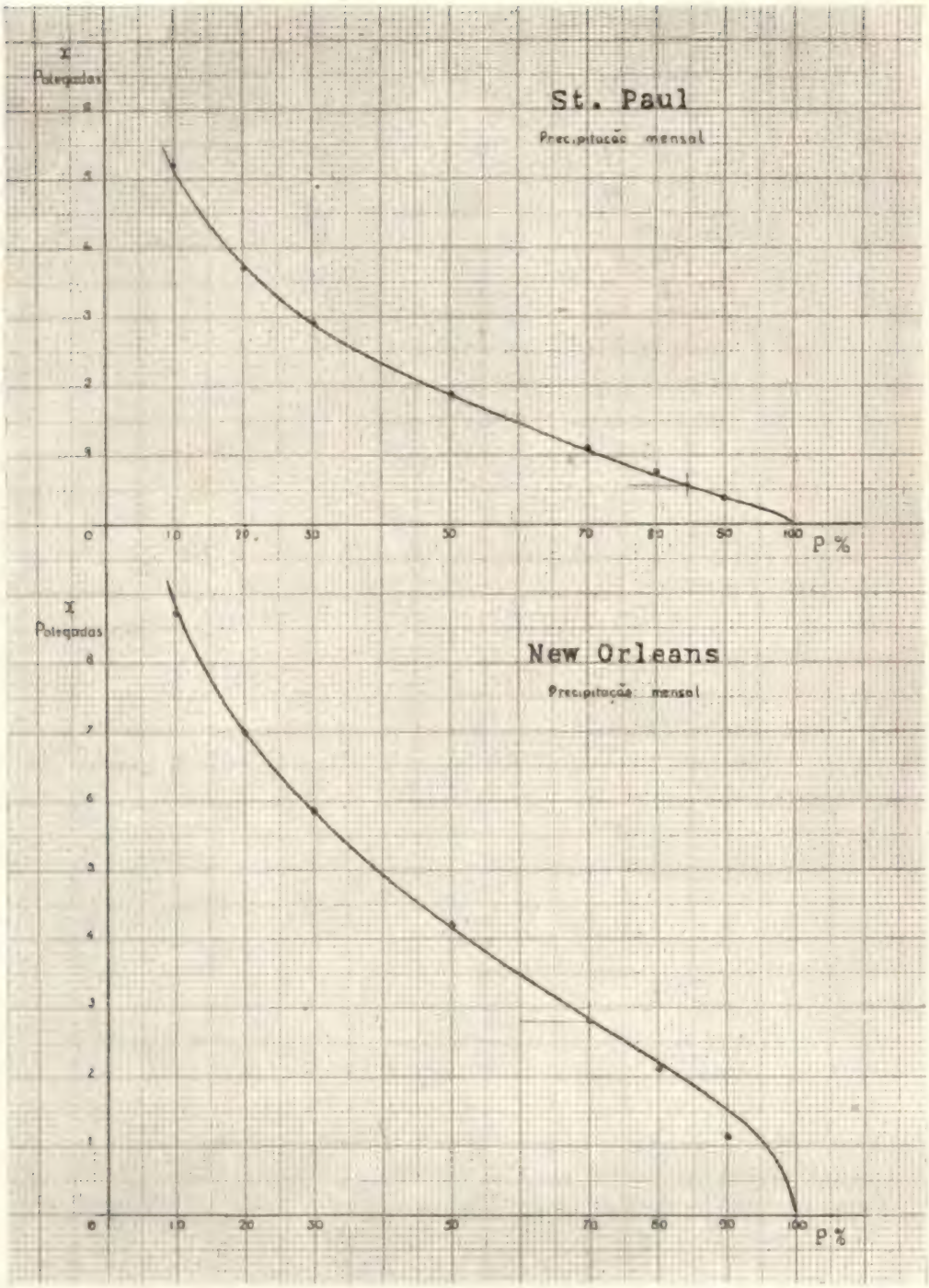


Fig. 3

às pequenas frequências correspondem os grandes valores da variável X que, mais provàvelmente, foram atingidos numa só estação (húmida). Os pequenos valores são indiferentemente atingidos em qualquer estação.

g) — *Precipitação anual* em St. Louis, Missouri. Registos de 78 anos. (Meyer, pg. 107).

Nesta verificação pretende ilustrar-se a conclusão teórica de que, para a precipitação anual, a duração do dia hidrológico

será a mesma que para a precipitação mensal, no mesmo local, mostrando a independência daquele em relação aos períodos de medida.

Assim, os valores de k_0 devem ser, precisamente, 12 vezes maiores que os obtidos com as precipitações mensais, o que a experiência parece confirmar.

P %	$X_{observ.}$	k_0	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	29,5		37,0		29,6
80	33,0		41,0		32,8
70	35,5		43,9		35,2
50	40,0	50	49,3	1,25	39,5
30	44,0		54,9		44,0
20	46,0		58,6		46,9
10	49,0		64,1		51,3

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_0^2 = 48$ $X_0 = 39,5$ polegadas.

2) — $n_0 = 25$ O dia hidrológico vale $\frac{360}{25} = 14$ dias solares.

3) — Os valores de χ^2 foram obtidos por extrapolação da citada tabela de Fisher.

4) — A característica essencial desta verificação é a concordância do dia hidrológico obtido a partir das curvas de precipitação anual e mensal, já apresentadas.

h) — *Precipitação anual* em Boston, registo de 97 anos. (Meyer, pág. 105).

P %	$X_{observ.}$	k_0	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	$X_{calc.}$
90	33,0		45,2		33,2
80	36,0		49,8		36,6
70	39,0		53,1		39,1
50	44,0	60	59,3	1,36	43,7
30	48,5		65,6		48,3
20	51,0		69,8		51,3
10	55,5		76,0		56,0

Curva calculada e valores observados.

1) — $\chi_0^2 = 58$ $X_0 = 42,6$ polegadas.

2) — $n_0 = 30$ O dia hidrológico vale 12 dias solares.

SEGUNDA PARTE

i) — Efeito das estações.

Em todas as verificações anteriores trabalhámos só com uma estação. Por insuficiência dos citados dados de Meyer não nos foi possível considerar outra hipótese.

Este efeito só foi considerado para a verificação seguinte:

Caudais do rio Lima, Lindoso, de 1936 a 1943

Caudais médios mensais m³/seg. × 30

	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43
Outubro	205,9	283,4	135,2	2070,9	346,4	74,0	613,0
Novembro	1021,3	2242,1	1004,3	2150,0	2168,3	922,1	773,1
Dezembro	704,1	3995,2	2534,2	1464,5	1039,4	505,0	2873,2
Janeiro	4338,6	2563,8	7623,5	3812,3	5132,9	1087,4	6236,5
Fevereiro	4520,3	715,3	1486,1	7418,8	6929,8	528,8	2463,1
Março	7454,9	571,2	890,1	3026,0	4921,0	3847,0	945,3
Abril	3634,4	267,8	2667,4	1707,2	3412,5	1889,2	472,0
Maio	994,5	528,4	784,2	2157,7	3419,8	2705,9	274,5
Junho	406,0	133,8	638,2	744,0	1849,2	1062,0	89,7
Julho	102,8	33,7	335,0	25,4	354,6	224,3	67,9
Agosto	30,2	12,3	133,1	65,4	130,1	90,1	24,5
Setembro	45,9	154,1	347,8	43,2	63,7	137,0	199,9

Primeiro ensaio

Considera-se uma só estação.

Q	N	Σ N	P %
0-500	33	84	100
500-1000	15	51	61
1000-1500	7	36	43
1500-2000	3	29	35
2000-2500	5	26	31
2500-3000	5	21	25
3000-3500	3	16	19
3500-4000	4	13	15
4000-4500	1	9	11
4500-5000	2	8	9,5
5000-5500	1	6	7
5500-6000	0	5	6
6000-6500	1	5	6
6500-7000	1	4	5
7000-7500	2	3	3,5
7500-8000	1	1	1

Q — classes de caudal;
N — número de meses em que se verificou um caudal compreendido entre os limites da classe respectiva;
Σ N — número de meses em que se verificou um caudal superior ao limite inferior da classe respectiva.

Como só temos tabelas de P (χ^2) para valores determinados de P, temos que representar gràficamente a curva P(Q) e obter os valores de Q para os valores considerados de P, por interpolação nessa curva.

Feito isto, obtivemos, (aproximadamente).

P %	Q observ.	K_0	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	Q calc.
90	80		0,07		80
80	200		0,17		200
70	300		0,30		350
50	800	1,4	0,80	0,00085	940
30	1850		1,70		2000
20	2800		2,32		2730
10	4300		3,50		4120
5	5800		4,80		5650

Curva teórica e valores observados.

1) — $k_0 < 2$. A curva de distribuição não apresenta máximo curva [Q (N)], e a curva de repartição não apresenta ponto de inflexão.

2) — $n_1 = 0,7$. O dia hidrológico vale 43 dias solares.

Segundo ensaio

Considera-se a hipótese de 2 estações:

Húmida — de Outubro a Maio — 8 meses
Seca — de Junho a Setembro — 4 meses

Estação húmida

Q	N	Σ N	P %
0-500	8	56	100
500-1000	13	48	86
1000-1500	6	35	63
1500-2000	2	29	52
2000-2500	6	27	48
2500-3000	5	21	37,5
3000-3500	3	16	29
3500-4000	4	13	23
4000-4500	1	9	16
4500-5000	2	8	14
5000-5500	1	6	11
5500-6000	0	5	9
6000-6500	1	5	9
6500-7000	1	4	7
7000-7500	2	3	5
7500-8000	1	1	2

Q — classes de caudal;
N — número de meses em que se verificou um caudal compreendido entre os limites da classe respectiva;
Σ N — número de meses em que se verificou um caudal superior ao limite inferior da classe respectiva.

Feita a interpolação para os valores determinados de P %.

P %	Q observ.	K_1	χ^2	$\frac{2}{\mu}$	Q calc.
90	300		0,28		300
80	600		0,56		600
70	900		0,83		890
50	1750	2,2	1,60	0,00093	1720
30	3000		2,70		2900
20	3800		3,55		3810
10	5300		5,00		5380
5	6800		6,40		6880

Curva calculada e valores observados.

1) — Da comparação deste ajuste com o obtido para a hipótese de uma só estação se conclui que este é mais perfeito, confirmando a necessidade de subdivisão do ano em estações.

2) — $k_1 = 2,2$. A curva de distribuição

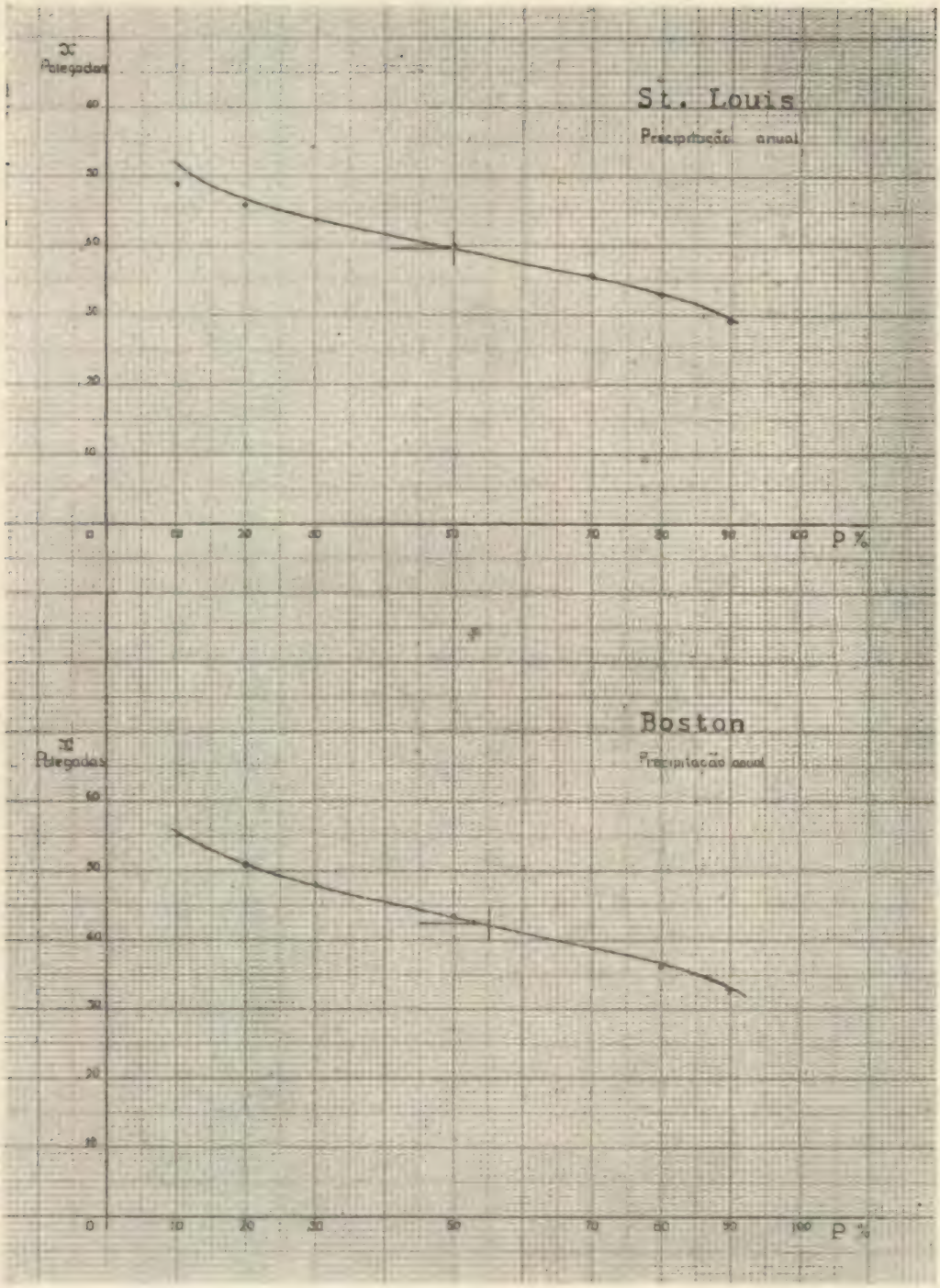


Fig. 4

[Q(N)] apresenta máximo, para $\chi_1^2 = 0{,}2$. $Q = \frac{215}{30} = 7{,}2$ m³/seg., caudal mais provável, médio mensal.

3) — $n_1 = 1{,}1$. O dia hidrológico vale 27 dias solares.

4) — Não se fez idêntica determinação para a estação seca pois que os pontos experimentais são insuficientes para definir a curva P(Q).

5) — Este caso particular parece confirmar a ideia de que, para os caudais, os dias hidrológicos devem ser de maior duração que para o caso das precipitações,

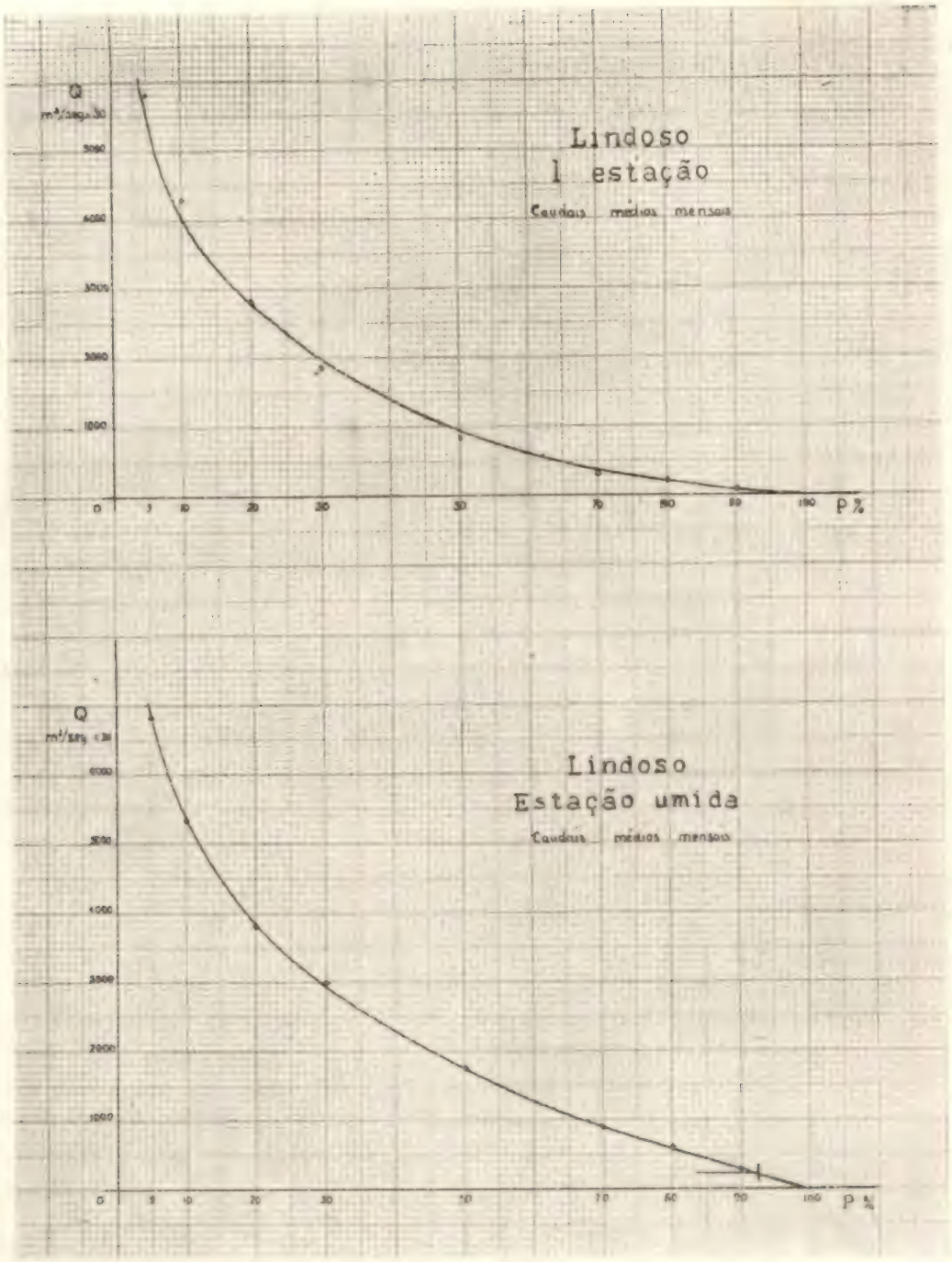


Fig. 5

o que se justifica pelo facto de, para aqueles, serem mais extensas as cadeias de causas influentes (do segundo grupo). Relembramos que o dia hidrológico corresponde ao intervalo de tempo mínimo para o qual as causas influentes podem ser consideradas como actuando independentemente.

6) — Deve notar-se que a duração do dia hidrológico para a estação seca, pode ou deve ser diferente da obtida para a estação húmida. Ainda mesmo poderemos dizer que deverá, para a estação seca, ser o dia hidrológico de duração superior à do da estação húmida.

Método de Schwarzenbach para a determinação da dureza das águas

POR J. CARRELL MORRIS

C. D. 543.32

Este artigo é tradução do original, publicado no folheto de divulgação N.º 494 (1950/51) da Universidade de Harvard, da qual o autor é Professor de Química.

Há muito que os químicos, que se dedicam ao estudo das águas, procuram um processo de determinação de dureza que seja rápido e preciso. Os vários métodos de titulação com soluções do sabão, assim como o do palmitato, embora rápidos, não fornecem resultados precisos. Os métodos analíticos Standard para a determinação do cálcio e magnésio, embora precisos, exigem muito tempo e requerem uma técnica cuidadosa.

Está actualmente em estudo um novo método, baseado em trabalhos realizados na Suíça por Schwarzenbach e seus colaboradores, que parece resolver o problema (1, 2, 3). Há dois ou três anos que o processo é estudado nestes país, com vista à determinação da zona de validade, melhores condições experimentais e precisão do método (4, 5, 6).

Como resultado destas investigações, chegou-se à conclusão de que o método Schwarzenbach é cerca de duas vezes mais rápido que o método de titulação por sabão, e que os resultados são tão exactos e precisos como os que se obtêm com os processos Standard de análise (sensível a 2 ppm em águas cuja dureza varia entre os valores usuais).

Base Teórica do Processo

A química da titulação é muito interessante, e a sua aplicação aos problemas analíticos é altamente engenhosa. Schwarzenbach descobriu que os iões Cálcio e Magnésio formavam complexos estáveis com o etileno-diamino-tetraacetato ácido disódico [$C_2H_4N_2(CH_2COO)_4H_2Na_2$, designado por TH_2Na_2], segundo as equações:

$$Ca^{++} + TH_2Na_2 \longrightarrow TH_2Ca + 2Na^+$$
$$Mg^{++} + TH_2Na_2 \longrightarrow TH_2Mg + 2Na^+$$

A formação dos complexos é rápida e quantitativa. O complexo de cálcio é mais estável que o de magnésio, e assim, quando se junta a solução de TH_2Na_2 forma-se primeiro o complexo de cálcio, e só depois da reacção estar pràticamente completa se forma o de magnésio.

Como ambos os complexos são incolores, é necessário um indicador do final da reacção, para que esta seja de interesse prático do ponto de vista analítico.

Biedermann e Schwarzenbach (3) descobriram que para esse efeito se podia usar o còrante Negro de Eriochrome T ou F241, que é um ácido tribásico (designado por InH_3) e que em solução aquosa dá as seguintes reacções:

$$\underset{\text{Vermelho de vinho}}{InH_2^-} \underset{\longleftarrow}{\overset{P^H = 6{,}3}{\longrightarrow}} \underset{\text{Azul}}{InH^=} \underset{\longleftarrow}{\overset{P_H = 11{,}5}{\longrightarrow}} \underset{\text{Laranja}}{In_n^{\equiv}}$$

Em solução, para um p_H entre 8 e 10, o còrante reage com os iões Mg^{++}, formando um complexo, segundo a equação:

$$\underset{\text{Azul}}{InH^=} + Mg^{++} \underset{\longleftarrow}{\overset{}{\longrightarrow}} \underset{\text{Vermelho de vinho}}{InMg^-} + H^+$$

Consequentemente, quando se junta o còrante F 241, a uma solução contendo iões Mg^{++}, tamponizada para um p_H entre 8-10, a solução toma uma cor vermelho de vinho.

Se nestas condições se titula com o etileno-diamino-tetraacetato, a cor mantém-se inalterável até que se tenha juntado quantidade suficiente de reagente para reagir com toda a dureza presente.

Então, como o complexo TH_2Mg é mais estável que o $InMg^-$, o reagente reage com Mg^{++} do complexo formado com o còrante e a cor da solução muda de vermelho para azul pálido.

Os iões cálcio também formam um complexo com o còrante, mas não é suficientemente estável para servir de indicador. Assim quando não há iões Mg^{++} presentes na água, ou quando o reagente é aferido com carbonato de cálcio, deve-se juntar iões Mg^{++} à solução.

Para isso dissolve-se uma certa quantidade dum sal solúvel de magnésio no reagente titulante antes dele ser aferido. Assim à medida que a titulação progride, os iões Mg^{++} são introduzidos na solução sem necessidade de cálculos extra ou correcções.

Reagentes e Técnica

(1) *Indicador* — Dissolver 0,5 g de preto de Eriochrome T em 100 ml de álcool.

(2) *Solução tampão*: juntar 67,5 g de $ClNH_4$ a 570 ml de $OHNH_4$ concentrado, e diluir para 1 litro.

(3) *Solução Standard de Cálcio:* Segundo os métodos Standard de análise de águas.

(4) *Solução Standard de TH_2Na_2* — Pesam-se 4,00 g de etilenodiaminotetraacetato ácido de disódio [1] p. a. e 0,100 g de $Cl_2Mg.6\ OH_2$. Dissolvem-se estes sais em cerca de 750 ml de água distilada. Titular com este reagente, 25 ml da solução Standard de cálcio, conforme a técnica de determinação da dureza que se indica a seguir.

Diluir o soluto de TH_2Na_2 de modo que 1 ml = 1 mg de dureza.

[1] O produto é vendido no comércio com o nome de Versenato.

Com uma pipeta, medir para um Erlenmeyer de 250 ml, 50 ml da água a analisar, juntar 1 ml de soluto tampão e 3 ou 4 gotas do indicador. (É necessário juntar a solução tampão antes do indicador, para evitar a interferência do ferro). Titular ràpidamente com o reagente aferido. No ponto final, a cor vermelho de vinho muda para azul claro sem que se mantenham vestígios do vermelho, isto é, o ponto final é o completo desaparecimento da cor vermelha e não o início de mudança de cor.

A dureza calcula-se a partir do número de ml gastos.

Discussão

Vários investigadores têm estudado a exactidão e precisão do método (3, 4, 5, 6).

Como indicação da precisão obtida, mesmo por analistas inexperientes apresenta-se a Tabela 1, com os resultados encontrados por estudantes, em 2 amostras diferentes num curso de análise de águas. Não foram omitidos nenhuns resultados.

TABELA 1 — *Resultados obtidos pelos estudantes na determinação da dureza pela técnica Schwarzenbach*

Amostra 1 — Água corrente de Camoridge		**Amostra 2** — Água preparada com uma dureza de 350 p. p. m. em Ca e 100 p. p. m. em Mg [1]	
86	83	460	460
86	83	462	452
84	83	463	451
84	84	463	466
85	79	465	456
83	81	449	449
83		459	
média: 83,4		média: 458	

Além da velocidade e exactidão, o método tem outras vantagens. As amostras contendo 1.000 p.p m. de dureza, ou mesmo mais, podem titular-se sem diluição. Todavia se a dureza em Mg^{++} é superior a 200

[1] Determinaram-se as concentrações a partir dos pesos de sais usados (c. p.) que podem ter influenciado ligeiramenle o erro, devido a incertezas de composição. Todavia a diferença entre 450 e 458 não representa inexactidão na titulação.

O nome NORDBERG representa
SERVIÇO DE CONFIANÇA
onde estes produtos* forem usados . . .

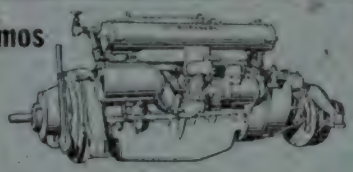
* Motores Diesel

Para serviço marítimo e estacionário, desde 10 HP a 8500 HP. Grande variedade de motores de dois e quatro tempos, superalimentados ou não. Segurança e economia demonstradas em centenas de instalações, em toda a parte do mundo.

* Máquinas para Triturar e Peneirar

Sortido completo de trituradoras cônicas e mandibulares, para trituração primária e secundária de minérios e minerais industriais. Também temos uma grande variedade de peneiras vibratórias, alimentadores e crivos de barras para classificação dos materiais secos e húmidos.

* Motores marítimos a gasolina



Três modelos de 6 cilindros para serviço pesado, de 50 HP a 135 HP, para embarcações comerciais e de recreio. De transmissão directa, ou com relações de desmultiplicação de 1,88, 2,44, 3,32 e 4,12 para 1. Modelos «standard» ou de rotação oposta, com ou sem tomada de força na embraiagem dianteira.

* Maquinaria para Processamentos

Moinhos de vários diâmetros e comprimentos para operação em circuito aberto ou fechado; a seco ou húmido. Neste equipamento estão incluídos secadores rotativos, fornos, esfriadores e extintores de cal.

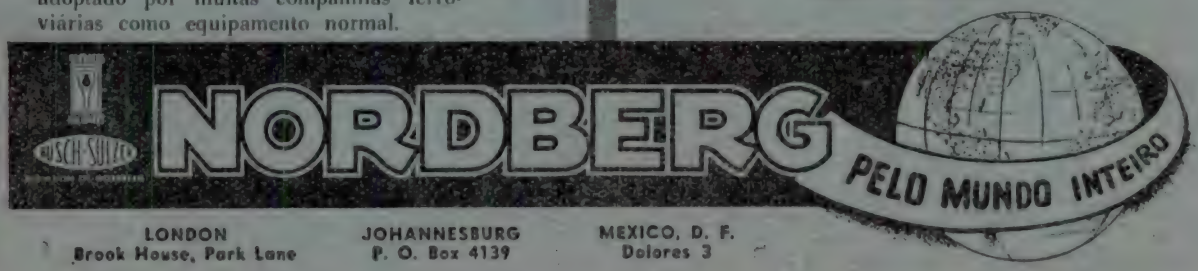
* Maquinaria para Manutenção de Ferrovias

Durante mais de vinte anos o nome NORDBERG identificou-se com o aperfeiçoamento da maquinaria especial para serviço de conservação ferroviária. O equipamento NORDBERG revolucionou os métodos de conservação, e é adoptado por muitas companhias ferroviárias como equipamento normal.

Durante quase sessenta anos a experiência e perícia técnicas Nordberg têm sido aplicadas na construção de vários tipos de maquinaria pesada, hoje em serviço em todo o mundo. A melhor prova da boa fama que as máquinas Nordberg têm merecido nas múltiplas actividades que servem encontra-se em numerosos clientes satisfeitos e em pedidos sempre repetidos.

Para informações detalhadas respeitantes a qualquer dos produtos aqui ilustrados, dirija-se ao escritório Nordberg mais próximo.

NORDBERG MANUFACTURING CO.
Milwaukee 7, Wisconsin, U.S.A.
Telegr.: NORDBERG



LONDON
Brook House, Park Lane

JOHANNESBURG
P. O. Box 4139

MEXICO, D. F.
Dolores 3

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

MÁQUINAS, EQUIPAMENTO, INSTALAÇÕES

Representantes de:

EMILE HAEFELY & C.ie S. A. — Basileia — Suíça
Transformadores de potência e medida, Condensadores estáticos, Rebobinagem de máquinas eléctricas, Material isolante

SPRECHER & SCHUH, S A. — Aarau — Suíça
Aparelhagem eléctrica, Disjuntores-Ortojectores

MEIDINGER, S. A. — Basileia — Suíça
Motores e ventiladores eléctricos

BAUME & MARPENT, S. A. — Haine St. Pierre — Bélgica
Material de caminhos de ferro, Pontes, Gasómetros

HEINRICH FLOTTMANN G. m. b. H. — Herne — Alemanha
Equipamento perfurador, Demolidores, Compressores, Martelos

BERKEFELD FILTER GESELLSCHAFT, m. b. H. — Celle — Alemanha
Filtros para água, vinho, óleos. Instalações de depuração e amaciamento de água, desferrização

ESCH-WERKE K. G. — Duisburgo — Alemanha
Britadoras, trituradoras, instalações de tratar pedras

W. HARTMANN & Co — Hamburg — Alemanha
Escavadoras, transportadores de fita, Serapers, Vagonetas, Carris, Aços

THEODOR TILEMANN K. G. — Gevelsberg — Alemanha
Cabos de aço, cadeias, correntes

COMPANHIA PORTUGUESA DO COBRE, S. A. R. L. — Contomil — Porto
Cobre, latão, alumínio e respectivas ligas

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824

POR

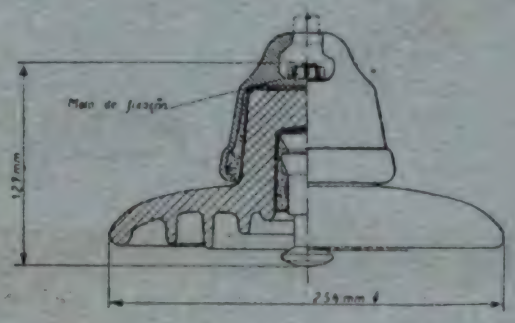
José Ferreira Pinto Basto

ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos



Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca 17 — **Fábrica em Ílhavo — Aveiro**
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado 18 — **Rua Cândido Reis, 118 — Porto**

p.p.m. é aconselhável diluir a toma, para evitar a precipitação de $(OH)_2$ Mg. Usando o reagente mais diluido podem obter-se resultados desde 0,1 e 0,2 p.p.m. em águas com menos de 2 p.p.m. de dureza (6).

A titulação não é afectada mesmo para grandes concentrações de ClNa. Consequentemente o método pode ser usadó na verificação da regeneração das permutites e permite ainda a determinação da dureza da água do mar.

Interferências

Provàvelmente nenhum método analítico está livre de interferências por parte de iões ou compostos estranhos àqueles que se pretendem dosear. Dos iões encontrados vulgarmente nas águas, os que interferem mais sèriamente são os de Cobre e Manganês. (Os iões Níquel e Cobre também interferem, mas não se encontram normalmente).

Contudo, foram desenvolvidas modificações relativamente simples, de modo que a presença de iões interferentes não causa dano algum. Normalmente em presença de iões Cobre, em concentração maior que 0,1 p.p.m., não se obtém um ponto de viragem satisfatório, talvez por os iões Cobre formarem complexos com o indicador, que não são decompostos pelo reagente titulante.

Connors (4) e Diehl, Goetz e Hach (5), verificaram que a adição de dietilditiocarbamato de sódio elimina a interferência do cobre para concentrações até 5 p.p.m.

O dietilditiocarbamato pode ser misturado com a solução indicadora (4,5 g. por 100 ml.).

Então, quando se junta o indicador, a interferência do Cobre é automàticamente excluida.

A presença do manganês parece catalizar a decomposição do indicador o que origina pontos de viragem pouco nítidos. Esta interferência, para concentrações até 20 p.p.m. de Manganês, elimina-se adicionando à solução hidroxilamina hidroclórica. Também neste caso se pode misturar o reagente com o indicador (4,5 g por 100 ml).

Se existe uma grande quantidade de iões Cobre ou Manganês, ou se a solução contém iões Cobalto ou Níquel, deve-se juntar cianeto de sódio (0,25 g) para evitar os efeitos da sua interferência.

O uso do cianeto, embora seja pràticamente efectivo contra todas as interferências de iões metálicos, só se recomenda quando não existem outras modificações satisfatórias, devido à natureza venenosa do cianeto

Betz e Noll (6) propuzeram o uso de um tampão de borax, contendo sulfureto de sódio, em vez da solução $OHNH_4$—$ClNH_4$, alegando que com este tampão não há interferência do Cobre, Manganês e da maioria dos outros metais. Todavia Diehl, Goetz e Hach não acharam satisfatório o tampão borax-sulfureto.

Os agentes sequestrantes, como os polifosfastos, constituem também uma dificuldade na titulação. Os resultados experimentais diferem quanto ao seu efeito. Diehl, Goetz e Hach (5) acharam o método não satisfatório em presença de polifosfatos enquanto Betz e Noll concluíram poder-se tolerar concentrações até 25 p.p.m. sem originar erro.

Determinações separadas do Cálcio e Magnésio

O método Standard de Schwarzenbach não permite obter valores individuais para as concentrações de cálcio e magnésio na solução.

Pode determinar-se o Magnésio separando primeiramente o cálcio por precipitação no estado de oxalato.

Parece que é também possível determinar o cálcio separadamente, usando um indicador diferente para a titulação (4,5). Como esta técnica se encontra em estudo, as suas possibilidades ainda não são certas.

Sumário

A dureza de uma água pode ser rápida e exactamente determinada pela titulação com a solução de etilenodiaminotetraacetato ácido de disódio que forma compostos estáveis com os iões Cálcio e Magnésio.

Para um pH entre 8-10, o còrante, preto de Eriochrome T, usado como indicador,

mostra uma nítida mudança de cor do vermelho para o azul no ponto final da titulação.

A precisão do método vai até 2 p.p.m. ou mais, demora cerca de metade do tempo da titulação com sabão, e é directamente aplicável para uma zona muito grande de dureza.

Não é prejudicado por grande número de sais dissolvidos, mesmo em concentrações elevadas. A temperatura da solução tem pouca importância.

São poucas as substâncias que interferem e essas interferências são eliminadas por simples modificação do processo Standard.

Embora o método Schwarzenbach necessite de estudo experimental antes de ser adoptado como Standard, parece estar destinado a substituir, num futuro próximo, o método do sabão para a determinação da dureza total das águas.

Referências Bibliográficas

1. Schwarzenbach, G, and Ackermann, H. Complexons. V. Ethylenediaminetetraacetic acid. Helv. Chim. Acta., 30, 1 798 (1 947).
2. Schwarzenbach, G., Biedermann, W., and Baugerter, F. Complexons. VI. New Simple titrating Methods for Determining the Hardness of Water. Hel. Chim. Acta., 29, 811 (1 946).
3. Biedermann W., and Schwarzenbach, G. The Complexometric Titration of Alkaline Earths and Some Other Metals with Eriochrome Black-T. Chimia, 2, 56 (1 948).
4. Connors, J. J. Advances in Chemical and Colorimetric Methods. Jour. A. W. W. A., 42, 33 (1 950).
5. Diehl, Harvey, Goetz, Charles A., and. Hach, Clifford C. The Versenate Titration for Total Hardeness. Jour A. W. W. A., 42, 40 (1 951).
6. Betz, J. D., and Noll, C. A. Total Hardness Determination by Direct Colorimetric Titration. Jour. A. W. W. A., 42, 49 (1951).

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

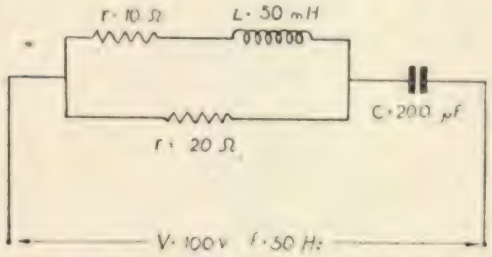
PONTOS DE EXAME

Electrotecnia geral

Exame final — 2.ª época — 1950-51

PONTO I

Um circuito eléctrico, constituído como o esquema indica, é alimentado por uma tensão alternada sinusoidal de 100 V, 50 Hz.

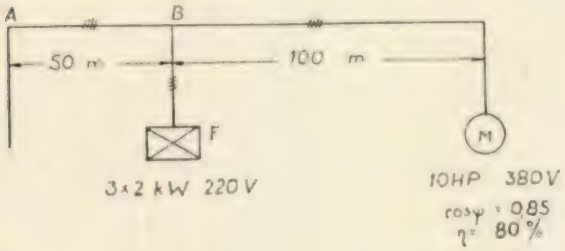


Pede-se:

1) — O valor da intensidade da corrente absorvida à rede e a tensão aos terminais da resistência r.
2) — A potência absorvida pelo circuito.

PONTO II

Sabendo-se que:



M — é um motor assíncrono trifásico;
F — um forno eléctrico de resistências, trifásico, com 3 resistências, consumindo cada uma 2 kW;

que estão ligadas como se indica no esquema e que são alimentadas no ponto A por uma rede trifásica 220/380 V, 50 Hz, pede-se:

1) — Que secção deve usar-se nos condutores dos troços AB e BC, para satisfazerem ao regulamento português. (Queda de tensão máx. 6 %).
2) — Supondo que a instalação é feita numa oficina de serralharia, que condutores emprega.
3) — Como são constituídos esses condutores e como os instala.

PONTO III

Um motor assíncrono trifásico, com o rotor em dupla gaiola, roda a plena carga com 1450 r. p. m., quando alimentado com uma frequência de 50 Hz. Pede-se:

1) — Como procede para arrancar o motor; vantagens e inconvenientes de empregar para esse fim um arrancador estrela-triângulo.
2) — Qual será, aproximadamente, o número de rotações com que o motor roda em vazio.
3) — Qual o andamento das curvas do Binário e da Intensidade da corrente absorvida à rede em função do número de rotações, tendo particularmente em atenção o período de arranque se se empregar o arrancador estrela-triângulo.
4) — Quando se deve empregar este motor e o que determina a seu respeito o nosso regulamento de força motriz.

Química geral e aplicada

Exame final — 2.ª época — 1950-51

I PARTE

1) *a*) Qual é o efeito dos factores pressão e temperatura sobre as *reacções de cracking?* Consequências práticas destas influências, técnicas industriais do cracking e qualidades dos produtos obtidos.

b) Calcular o efeito térmico das reacções químicas que correspondem às *reacções secundárias*, realizadas a baixas temperaturas na *gasificação húmida* do carbono puro. Que interesse prático têm estas reacções e o conhecimento do seu efeito térmico?

2) *a*) Quais são os principais inconvenientes dos *carburantes* obtidos a partir dos *alcatrões primários?* Como poderão remediar-se estes inconvenientes? Processos que podem utilizar-se.

b) Considere a preparação sintética do *octano n* segundo a síntese Fisher: 1.º Achar a composição da mistura gasosa reaccional necessária; 2.º Parece-lhe que pode fazer qualquer observação a esta reacção?

II PARTE

Um *forno de cal* onde, por simples aquecimento, o calcáreo se transforma reversìvelmente em cal viva, utiliza como combustível o coque. O produto obtido é a chamada *cal a carvão*. O coque é queimado com um *excesso de ar* igual a *50 %*. O consumo do combustível por tonelada de calcáreo tratado é igual a 180 kgs.

1.º São dadas as seguintes análises das matérias-primas:

a) análise do calcáreo:	carbonato de cálcio	95
	impurezas (sílica)	5
b) análise do coque:	carbono	80
	humidade	10
	cinzas (sílica)	10

Supõe-se que a *carga do forno* (combustível + calcáreo) e o ar comburente são introduzidos no forno à temperatura de 0° C. e que, dos *produtos das reacções*, os *gasosos* saem pela chaminé a 400° C e os *sólidos* são retirados pela base do forno a 800° C.

2.º São ainda fornecidos os seguintes valores:

Calor de formação do carbonato de cálcio — 297,6 grandes calorias

Calor de formação do óxido de cálcio — 155,0 grandes calorias

Calores específicos médios — CO_2 = 10 cal/mole, O_2 e N_2 = 6 cal/mole, Sílica = 0,25 cal/g, óxido cálcio = 0,25 cal/g; vapor de água = 0,50 cal/g

Calor de vaporização da água a 100°C = 537 cal/g

Pesos atómicos: oxig. 16; cálcio 40; silício 28, hidrogénio 1; carbono 12.

Pretende saber-se:

1.º O *tipo de forno* (alto ou baixo) que será conveniente utilizar nesta transformação.

2.º O *rendimento térmico do forno* e as possibilidades do seu melhoramento.

3.º A *quantidade* de cal obtida por tonelada de calcáreo tratado e a *qualidade* e composição química da cal assim preparada.

Química geral e aplicada

Exame final — 1.ª época — 1950-51

I PARTE

1) — Sabendo que a variação da constante de equilíbrio com a temperatura absoluta T é dada pela fórmula: $\log \frac{K_{T_1}}{K_{T_2}} = \frac{Q\,(T_1 - T_2)}{4{,}7\,T_1\,T_2}$, deduzir a condição para que o equilíbrio seja independente da temperatura, e indicar a que fica reduzida a acção da temperatura sobre o sistema químico considerado.

2) — Porque não convirá nos gasogénios de gás de ar levar a grande altura a camada do combustível a gasificar? Como poderá determinar-se esta altura?

3) — Nos carburantes tirados dos alcatrões primários os fenóis ou produtos fenólicos são componentes perigosos. Porquê? Por outro lado os fenóis são hoje matéria-prima muito importante de certas indústrias (fabricação de plásticos). Qual será portanto o processo de tratamento das fracções carburantes extraídas dos alcatrões primários?

4) — Um combustível tem a seguinte composição:

butano	20
isopentano	13
pentano	17
metilpentano	9
hexano	15
metilo hexano	8
heptano	12
octano	4
hidroc. não saturados	2

Pretende saber-se:

Que tipo de combustível é este? Como pode obter-se? Como se terá determinada a sua composição? Terá alguns inconvenientes? Como se poderão eliminar? Qual a sua utilidade?

II PARTE

Um forno de uma fábrica de vidro utiliza um combustível cuja composição é a seguinte:

CO_2 → 4,4
CO → 28,0
H_2 → 6,0
N_2 → 62,6

a) Que espécie de combustível é este? Como foi preparado? Qual o seu poder calorífico?

Este combustível entra com um excesso de ar igual a 5 % no forno referido.

b) Para efeitos de dimensionamento da chaminé é indispensável determinar o volume dos fumos de combustão.

c) Pretendendo controlar-se o funcionamento do forno com a análise dos fumos, precisa-se calcular a percentagem de CO_2 nos fumos e o seu valor maciço.

d) Finalmente, porque o forno vai ser utilizado no aquecimento de determinado material, torna-se indispensável conhecer a temperatura que se poderá obter no forno queimando o combustível nas condições indicadas.

Efectue os cálculos das alíneas *a, b, c, d.*

Geometria descritiva

Exame final — 2.ª época — 1950-51

I PARTE

1) — Determinar a intersecção de 3 planos: π_1 perpendicular ao $\beta_{1,3}$; π_2 perpendicular ao $\beta_{2,4}$ e π_3 passando pela linha de terra.

Relatório.

2) — Em projecções cotadas são dados dois planos π_1 e π_2 pelas suas escalas de declive. Determinar um terceiro plano π_3 perpendicular aos planos dados e passando por um ponto dado exterior àqueles.

Relatório.

3) — São dados um cone de revolução de eixo vertical assente pela base no plano horizontal e um plano secante oblíquo π. Determinar os pontos da secção plana de tangente de perfil.

DO MUNDO TÉCNICO

Efeitos do separador de água na caldeira monotubular Sulzer

C. D. 621.177.2

O efeito favorável exercido pelo separador de água na caldeira monotubular Sulzer, sobre as condições de alimentação e sobre a qualidade do vapor, é bem conhecido e provado há muito tempo, por numerosas experiências práticas, sobretudo nas instalações de alta pressão com circuito fechado. Os novos processos de regulação e certos aperfeiçoamentos na construção do separador deram lugar a um estudo profundo das funções deste órgão e dos seus efeitos. Os estudos foram feitos sobre uma caldeira monotubular de ensaio, no laboratório de investigações térmicas da Casa Sulzer Frères de Winterthur. Os resultados destas investigações e algumas considerações delas derivados, são expostos nas linhas seguintes.

Princípio da caldeira monotubular Sulzer

Como o seu nome indica, a caldeira monotubular Sulzer compõe-se em princípio dum só tubo submetido ao efeito do calor, alimentado por água numa das extremidades, enquanto que na outra o vapor sai à pressão e temperatura desejadas. As caldeiras de grandes dimensões compreendem vários destes tubos reunidos em paralelo. O esquema da figura 1 mostra

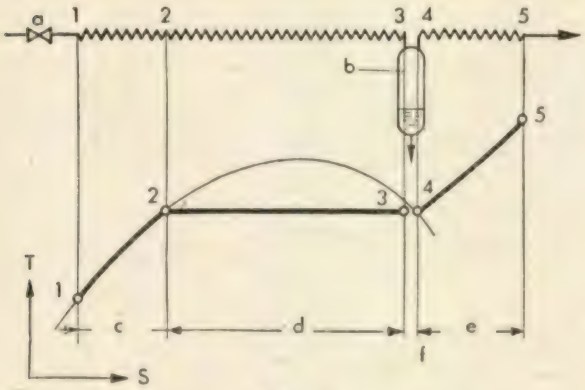


Fig. 1

a – regulação da alimentação
b – separador
c – préaquecedor
d – feixe vaporizador
e – sobreaquecedor
f – extracção da água residual (purga)

em princípio a disposição da caldeira, assim como as variações de estado do fluido ao longo da sua passagem no tubo.

À entrada do feixe tubular (ponto 1), a água comprimida pela bomba de alimentação sofre um aquecimento preliminar, que a leva até à ebulição (ponto 2), e depois vaporiza-se até restar uma pequena quantidade (ponto 3). É esta água residual que é eliminada no separador b. À saída deste último, o vapor pràticamente seco (ponto 4) passa então ao sobreaquecedor que se pode, em caso de necessidade, subdividir em vários troços, e que o vapor abandona no estado desejado (ponto 5). O teor relativo, em água, que ele apresenta à entrada do separador (ponto 3) é mantido constante, por um regulador apropriado, num valor regulável entre certos limites.

A eficácia do separador depende em larga escala, da maneira como ele é intercalado no circuito de alta pressão. A figura 2 mostra o esquema simplificado duma central motriz de vapor com caldeira monotubular em circuito fechado. O fluído motor, tomado sob a forma líquida no reservatório de alimentação 1 é enviado pela bomba 2 para a caldeira 3, passa sob a forma de vapor à turbina 8, depois ao condensador 10 donde volta, como água condensada ao reservatório 1. As perdas de vapor e água intervêm neste circuito,

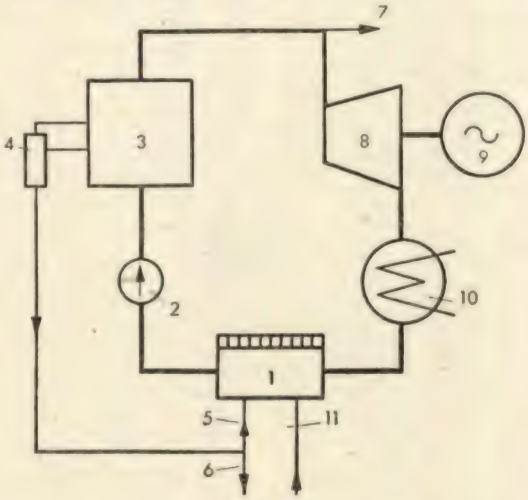


Fig. 2

1 — reservatório de alimentação
2 — bomba de alimentação
3 — caldeira monotubular
4 — separador de água
5 — volta da água de purga
6 — purga
7 — perdas de fluido motor
8 — turbina a vapor
9 — gerador
10 — condensador
11 — alimentação complementar

por exemplo, por fugas nos bucins da turbina e da bomba, etc., e são representadas por uma derivação 7 enquanto que a alimentação complementar para compensar as perdas é indicada em 11. É por este complemento exterior, sumàriamente representado no esquema, que se supõe penetrarem no circuito as irrupções de sais nocivos.

Uma parte da água abandonada no separador, evacua-se do feixe de alta pressão, pela purga contínua 6; por razões que se explicarão mais adiante, o resto é reenviado ao circuito, como volta de purga, num ponto 5 judiciosamente escolhido, por exemplo no reservatório de alimentação.

Funcionamento do separador

A função do separador consiste essencialmente em extrair do fluido em circulação a maior quantidade possível de sais introduzidos na caldeira, dos quais uma grande parte se encontra em solução na água residual abandonada pelo vapor húmido. É portanto sobre o líquido que o separador deve agir em primeiro lugar.

A sua construção e funcionamento vêem-se na fig. 3. A mistura de água e vapor penetra tangencialmente na parte superior do aparelho, pelo tubo 1 e o turbilhão que daí resulta é acentuado pelo estrangulamento

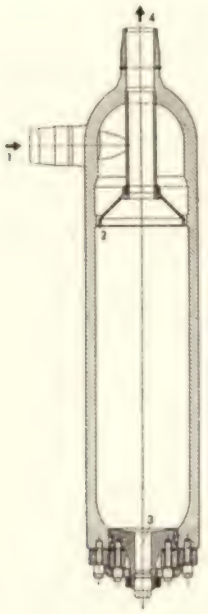


Fig. 3

1 — Entrada de vapor
2 — Estrangulamento
3 — Saída de água
4 — Saída do vapor

da secção de passagem em 2. A água projectada contra a parede exterior, junta-se e escorre para a parte inferior enquanto o vapor se escapa pelo alto para o tubo central 4 e passa ao sobreaquecedor. O aparelho, espécie de ciclone, separa em alto grau, a mistura de água e vapor em seus dois componentes, de maneira que à saída o vapor não conserva senão uma fraca humidade residual, que as medições nos mostraram ser sempre inferiores a 0,3 %. Se, portanto, o teor em água, à entrada do aparelho, não é exageradamente pequeno, pode-se admitir, com precisão suficiente, que a quantidade ξ de água extraída é igual à humidade x do vapor, ou seja

$$\xi = \frac{g_{w_a}}{g_s} \approx \frac{g_w}{g_s} = x \qquad (1)$$

em que

g_s = Débito de alimentação.

g_w = Quantidade de água contida no vapor à entrada do separador.

g_{w_a} = Quantidade de água abandonada no separador.

x = Humidade relativa do vapor.

ξ = Quantidade de água separada em relação à de alimentação.

Se se admitir que até à completa vaporização ($x = 0$) todos os sais ficam no componente líquido ($cd = 0$), a relação entre a concentração salina na água residual, à chegada ao separador, e na água de alimentação, devia aumentar à medida que diminui a humidade do vapor segundo a relação:

$$K_w = \frac{c_w}{c_s} = \frac{g_s}{g_w} = \frac{1}{x} \qquad (2)$$

sendo

K_w = Relação entre a concentração salina na água separada e na de alimentação

c_w = Concentração salina na água extraída pelo separador

c_s = Concentração salina na água de alimentação

c_d = Teor em sal do vapor

e por consequência variar segundo a curva da figura 4, indicando os mais altos valores que pode tomar a concentração média de sais na água residual.

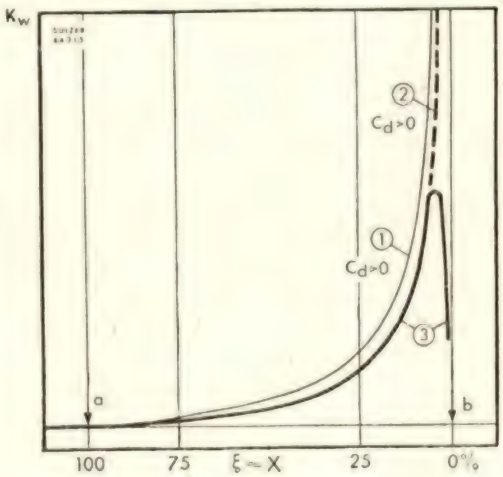


Fig. 4

1 — Valor máximo teórico, no caso do vapor totalmente isento de sal (K_w)
2 — Valor relativo teórico, no caso de vapor com teor em sal constante e positivo
3 — Valores relativos efectivos, determinados por medida
a — Começo da vaporização
b — Ponto de vapor saturado
K — Relação das concentrações salinas com o teor em sal da água de alimentação
x — humidade relativa do vapor
ξ — Quantidade de água separada em relação à quantidade de água de alimentação
c_d — Teor em sal do vapor

Na realidade a condição de encontrar todos os sais em solução no resíduo líquido, nunca é alcançada pràticamente. A figura 5 mostra de maneira esquemática, como, na ausência dum separador, a quantidade total

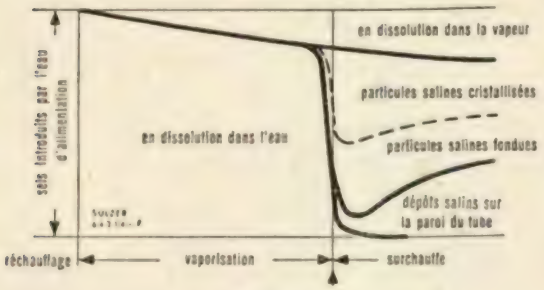


Fig. 5

de sais se reparte durante a vaporização e o sobreaquecimento sob diversas formas e sobre os diferentes agentes portadores.

Nele se vê que em consequência das propriedades dissolventes do vapor a alta pressão, este absorve sob a forma gasosa uma parte dos sais. Próximo do fim do período de vaporização, as gotas de água residual, arrastadas pela corrente de vapor, vaporizam-se em parte e abandonam pequenas partículas de sais sólidas ou em fusão. Finalmente na zona onde começa o efeito do sobreaquecimento, uma parte dos sais deposita-se sobre as paredes do tubo e separa-se portanto da corrente de vapor.

Na zona de vaporização final, que só pode entrar em linha de conta com a colocação do separador, os sais introduzidos com a água de alimentação encontram-se em parte no estado gasoso, em parte sob a forma de partículas sólidas ou em fusão, e enfim, em solução nas gotas de água, ou na fina camada de água que cobre as paredes do tubo e é arrastada pela corrente. Um separador com a construção indicada, não terá pràticamente efeito sobre os sais misturados sob a forma gasosa ao vapor. Eles são suficientes para impedir a realização dos valores limites dados pela curva 1 da fig. 4. Se se admite, na componente vaporizada da mistura, uma concentração salina constante — esta se o grau de humidade não é exageradamente fraco, deve corresponder mais ou menos à realidade — a concentração na água residual seguirá aproximadamente a curva 2 (fig. 4).

Porém, mesmo as partículas líquidas e sólidas, não são nunca, num separador de força centrífuga, isoladas na totalidade, mas sòmente em parte, segundo uma curva de separação fraccionada. Ora sabe-se que o grau de separação fraccionada depende do tamanho das gotas ou dos grãos, assim como das densidades, e que ele decresce constantemente à medida que o tamanho das gotas diminui.

Portanto, se o vapor é muito húmido, quer dizer, contém principalmente gotas bastante grandes, o grau total de separação e por consequência a quantidade de sais extraídos, seria mais elevado que o do vapor em que a quantidade de água residual é mínima. Por outro lado pode-se esperar que o teor em sal da água separada difira do mesmo modo muito do da água residual antes do separador, em que a humidade do vapor será mais fraca, porque o efeito do separador atinge de preferência as gotas maiores, ainda pouco atingidas pela vaporização e por consequência de concentração salina menor.

Ensaios

O andamento efectivo da curva K representando as concentrações salinas da água escoada do separador, foi determinado por medições rigorosas, sobre a caldeira monotubular de ensaio instalada no laboratório de pesquisas térmicas da Casa Sulzer. Estes estudos estenderam-se sobretudo, sobre o domínio das fracas humidades do vapor, que representam a maior importância para o separador.

Os ensaios foram conduzidos sob diferentes pressões de vapor e diferentes graus de concentração salina. O teor em sais foi determinado por medições de condutibilidade eléctrica, sobre provetas cuidadosamente desgasificadas, com medidas de contrôle por evaporação.

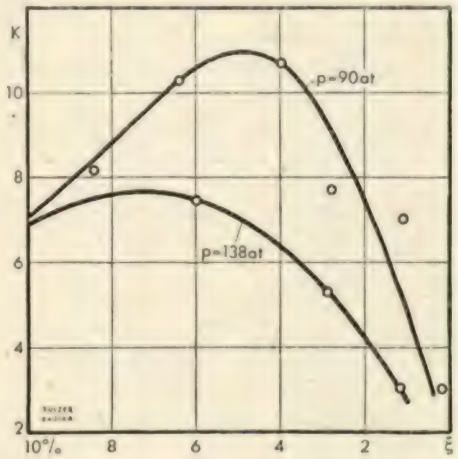


Fig. 6

Como a caldeira de ensaio não compreendia senão um único tubo, tinha-se, modificando a alimentação e mantendo constante a intensidade do aquecimento por mazute, a possibilidade de variar à vontade e com toda a precisão, o estado do vapor antes do separador.

O grau de humidade do vapor à entrada do aparelho foi determinado por medida directa da água que saia deste último e por medição calorimétrica da humidade restante no vapor à saída. Para evitar condensações nocivas provocadas no aparelho por perdas de calor, o separador foi munido de uma serpentina de aquecimento enrolada no revestimento calorífugo e percorrida pelo vapor que sai do aparelho.

Os principais resultados dos ensaios são representados pelos gráficos das figuras 6 e 7. A figura 6 mostra, tal como resulta das medições, o andamento da relação $K = \frac{c_a}{c_s}$ das concentrações (c_a) nas purgas,

por um lado, e (c_s) na água de alimentação, por outro lado, postos em função de ξ para duas pressões de vapor diferentes.

A água de alimentação empregada nos ensaios tinha um teor salino aproximado de 0,5 mg / l. As duas curvas mostram claramente que à medida que ξ diminui a relação das concentrações K começa por crescer até um máximo, para abaixar em seguida na região dos débitos de purga muito reduzidos. Relacionadas com a figura 4, estas grandezas correspondem em princípio à curva 3. A figura 6 faz também sobressair o efeito da pressão do vapor: para pressão crescente constata-se uma diminuição do máximo de concentração que se pode produzir nas purgas, fenómeno devido, seja ao aumento das propriedades dissolventes do vapor a pressões mais elevadas, seja à diminuição das diferenças de densidade, etc.

A figura 7 mostra a influência exercida sobre a eficácia do separador pela concentração salina absoluta na água de alimentação. Nas mesmas condições de humidade, de pressão e de débito de vapor, fez-se variar de 1 a 20 mg / l o teor salino da água de alimentação, e mediu-se a relação de concentração K obtida. Pode-se constatar que K é pràticamente independente da concentração c_s na água de alimentação, quer dizer, que o separador conserva a sua eficácia enquanto o teor salino desta água diminui. Não é senão para concentrações muito fracas, isto é, inferiores a 0,5 mg / l aproximadamente que se pode esperar uma diminuição progressiva de K.

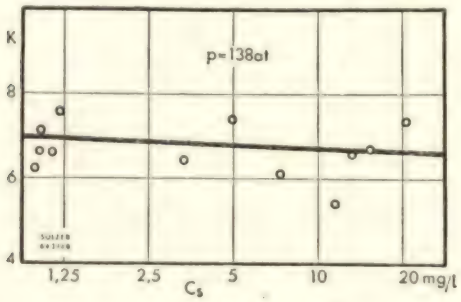


Fig. 7

Em conexão com os ensaios do separador, procedeu-se também ao estudo dos depósitos de sais que se produziam no feixe tubular da caldeira. Estas pesquisas mostraram que mesmo com um alto grau de pureza da água de alimentação se formava sobre as paredes do tubo, na zona de sobreaquecimento, uma camada de sais. Pelo contrário, na zona de vaporização, enquanto o vapor apresentava o menor indício de água, não se pode encontrar nenhum depósito.

Estas duas observações confirmaram as constatações feitas em exploração.

Efeito do separador de água sobre o feixe a alta pressão

O efeito do separador de água sobre o teor salino do fluido, em diferentes pontos do feixe a alta pressão, pode-se constatar pelo balanço das quantidades de sais e de fluido em circulação. Na hipótese do regimen permanente, pode-se, sobre a base do esquema da fig. 2 estabelecer por semelhança com o sistema a alta pressão os balanços seguintes:

(3) $$g_v + g_a = g_n \qquad \text{(fluido)}$$

(4) $$g_v \cdot c_d + g_a \cdot c_a = g_n \cdot c_n \qquad \text{(sais)}$$

onde

g_n = quantidades de fluido introduzido como complemento de alimentação
g_v = perdas de fluido
g_d = débito do vapor em circulação
g_s = débito de alimentação
g_r = débito de volta de purga
g_a = débito de purgas evacuadas
c_n = concentração salina na alimentação complementar
c_d = teor de sais no vapor
c_s = concentração salina na água de alimentação
c_a = concentração salina nas purgas evacuadas e na volta de purga

Para a caldeira, têm-se as relações

(5) $$g_a + g_r + g_d = g_s \qquad \text{(fluido)}$$

(6) $$(g_a + g_r)\, c_a + g_d \cdot c_d = g_s \cdot c_s \qquad \text{(sais)}$$

Nas equações de (3) a (6) desprezou-se a influência dos depósitos salinos que se produzem no sobreaquecedor e que em regimen permanente não têm senão uma influência mínima.

Pelo contrário, como já se notou, elas têm em conta as irrupções inoportunas de sais, pois que a alimentação complementar é considerada como a soma de todas as entradas de sais e de fluido no circuito a alta pressão. A volta de purga não é todavia compreendida na alimentação complementar.

As concentrações na purga contínua e na água de alimentação estão ligadas como os ensaios mencionados mostraram, pela relação seguinte:

(7) $$\frac{c_a}{c_s} = K = f(\xi, p)$$

representada pelas curvas da figura 6 para as pressões p indicadas sobre este diagrama.

Ou, donde se tira da equação (1)

$$\xi = \frac{g_{wa}}{g_s} = \frac{g_a + g_r}{g_s}$$

Uma série intermediária de cálculos elementares, e bastante aborrecidos, que não vale a pena dar aqui, tira destas equações as importantes relações seguintes:

(9) $$c_s = c_d \cdot \phi$$

$$c_d = c_n \frac{g_v + g_a}{g_v + K \cdot \phi \cdot g_a}$$

ou

$$\phi = \frac{g_s - (g_a + g_r)}{g_s - K(g_a + g_r)} = \frac{1 - \xi}{1 - \xi K}$$

Relaciona-se directamente o efeito do separador sobre o teor em sais da água de alimentação e do vapor.

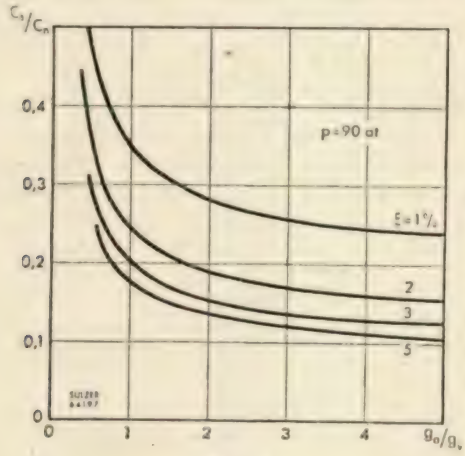


Fig. 8

A grandeza ϕ não é senão uma função de ξ, visto que segundo a equação (7) para uma pressão dada, k também não depende senão de ξ.

Portanto ϕ é pràticamente determinado pela humidade do vapor à saída do feixe vaporizador.

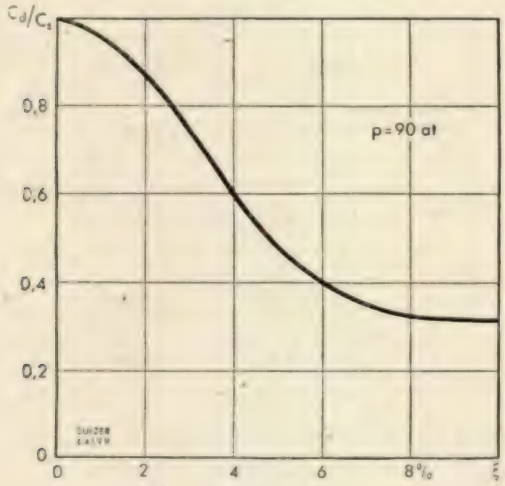


Fig. 9

Resulta destas equações que em regimen permanente a concentração salina é, por efeito do separador, sempre sensìvelmente mais fraca na água de alimentação que na de alimentação complementar. Esta constatação é expressa gràficamente a título de exemplo pela figura 8, para uma pressão de 90 kg / cm² medida no feixe vaporizador. Vê-se que, para valores crescentes de ξ e da relação g_a / g_v a relação das concentrações c_s / c_n diminui primeiro ràpidamente e depois mais lentamente. Se a quantidade de água eliminada pelo separador é por exemplo 3% do débito de alimentação ($\xi = 3\%$) e supondo que o débito da purga e das perdas seja o mesmo ($g_a / g_v = 1$), o teor salino da água de alimentação será mais ou menos um quinto da concentração na alimentação complementar.

O andamento destas curvas mostra, que duma maneira geral, é necessário evitar uma diminuição exagerada da relação g_a / g_v porque, se este valor se torna por exemplo inferior a 1, as concentrações na água de alimentação e na complementar tornam-se a aproximar ràpidamente uma da outra. Vê-se por outro lado que bastam valores de ξ relativamente fracos para estabelecer condições favoráveis, mas esta melhoria cessa ràpidamente a um novo aumento de ξ.

Das equações (9) e (11) resulta ainda que, por efeito do separador, o teor salino do vapor é sempre inferior ao da água de alimentação, e que a relação

$$(9_a) \qquad \frac{c_d}{c_s} = \frac{1}{\phi}$$

não depende senão de ξ. A título de exemplo a figura 9 ilustra esta relação para a pressão de 90 kg / cm².

Pela relação c_d / c_n entre o teor em sais do vapor e da alimentação complementar, podem-se estabelecer curvas semelhantes às que se mostram na figura 8 para a relação correspondente relativa à água de alimentação. A figura 10 mostra — de novo para 90 kg / cm² — as relações entre as grandezas c_d / c_n, ξ e g_a / g_v

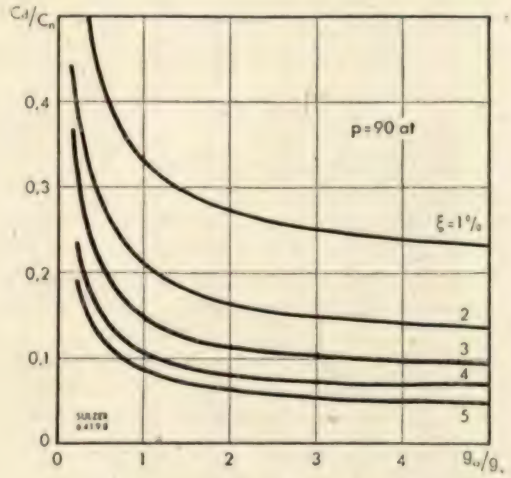


Fig. 10

Em serviço prático pode-se considerar c_n como dado. Por outro lado, a regulação mantém constante a humidade à saída do feixe vaporizador de modo que se faça pràticamente o mesmo com ξ; estas duas grandezas são portanto independentes da carga da caldeira. Se se procura obter um teor salino constante, por exemplo no vapor, deve-se igualmente, segundo a equação (10), manter a relação g_a/g_v constante para todas as cargas. Ora como em geral as perdas (g_v) do sistema são pràticamente independentes da carga, é portanto g_a que deve, antes de mais nada, ficar invariável. Pode-se pràticamente satisfazer a esta condição, determinando duma vez por todas o débito g_a da purga, com auxílio dum órgão de estrangulamento, por exemplo, um diafragma bem calibrado. É necessário, que ao mesmo tempo, a volta de purga ao reservatório

de alimentação, que por consequência não resulta maior que a diferença $g_r = g_{wa} - g_a$, seja controlada à saída do separador por um órgão regulador de funcionamento análogo ao dum purgador. As variações das perdas no feixe como resultado das flutuações de serviço, podem-se compensar por exemplo, pela adaptação de g_a, com auxílio de diafragmas de diferentes aberturas.

As equações de (3) a (8) e as relações que daí derivam, supõem um regimen permanente no sistema inteiro. No serviço prático é necessário ter em conta também o tempó necessário a estabelecer esta estabilidade, por exemplo após a introdução de sais no circuito.

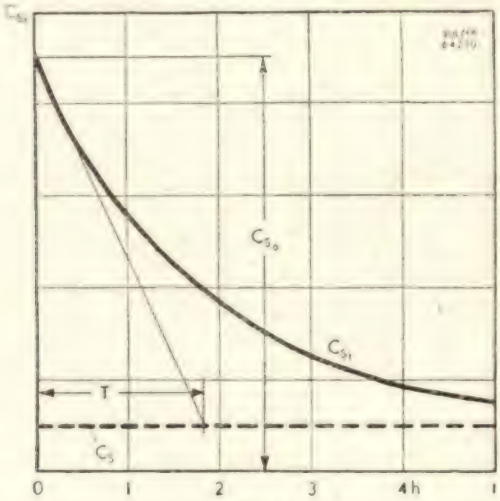


Fig. 11

Seria muito complicado estudar todos os fenómenos que intervêm então, mas, por necessidades práticas, pode-se calcular com uma aproximação suficiente, a variação cronológica do teor salino na água de alimentação, factor mais susceptível de apresentar interesse: desprezando as quantidades de água contidas na caldeira e nas condutas, ou adicionando-as, às do reservatório de alimentação, cujo conteúdo se supõe pràticamente misturado, pode-se concluir que a diferença de quantidades de sais introduzidos ou extraídos é, em todas as alturas proporcional à variação da concentração salina na água de alimentação

$$c_{st} = c_s + (c_{s_0} - c_s)\, e^{-\frac{t}{T}} \qquad (12)$$

ou

$$T = \frac{V}{K \cdot g_a} \qquad (13)$$

onde

c_{st} = concentração salina na água do reservatório de alimentação no tempo t.

c_{s_0} = concentração salina na água do reservatório de alimentação no tempo t = o.

c_s = concentração salina na água de alimentação em regimen permanente $t = \infty$.

T = constante do tempo, no processo de adaptação (valor aproximado).

V = conteúdo do reservatório de alimentação, e dado o caso de compreendido, o das condutas e da caldeira.

O valor c_s da concentração em regimen estável calcula-se pela equação (9) e com o auxílio das relações que a ela se ligam.

Os fenómenos que se passam em condições práticas são ilustradas a título de exemplo pela fig. 11.

Para K = 11, g_a = 1 m³/h e V = 20 m³, encontrou-se que a constante de tempo T será aproximadamente 1,8 h o que significa que mesmo uma forte irrupção salina seria em grande parte eliminada em algumas horas.

O salinograma da fig. 12 que nos dá a variação cronológica do teor salino na água de alimentação, numa instalação marítima de caldeira monotubular, depois de irrupções repetidas de água do mar no condensador e depurações consecutivas pelo separador, confirma estes raciocínios.

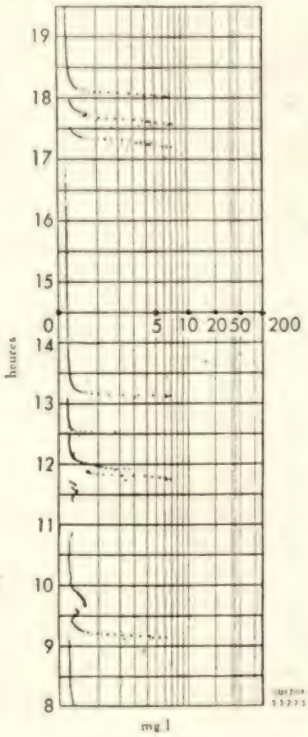


Fig. 12

Resumo

Dos ensaios e cálculos aprofundados, confirmados pela experiência prática, mostra que na condição de ser construído judiciosamente e mantido em funcionamento correcto, o separador da caldeira monotubular Sulzer, reduz eficazmente, em todo o domínio de pressões de vapor a considerar hoje, o teor salino da água de alimentação. A hipótese emitida muitas vezes sobre as propriedades dissolventes do vapor a alta pressão, que tornariam ilusório o efeito do separador, não estão confirmadas.

Há ainda a notar que certas modificações introduzidas na caldeira monotubular Sulzer, permitem melhorar a influência exercida pelo separador sobre a regulação do sistema, o que abriu novos caminhos nos melhoramentos da regulação de alimentação e de sobreaquecimento.

Da «Revue Technique Sulzer» n.º 1 — 1951.

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 53(09)

A hundred years of physics — *William Wilson.*

Gerald Duckworth & Co. Ltd. — 3 Henrietta Street, London, W. C 2 [Preço 2 sh, net].

Um livro notável, que mostra o caminho que foi necessário percorrer durante um século para atingir o estado actual da Física, que nos aparece assim, não como Ciência construída de uma só vez, mas antes como o resultado de inúmeros esforços, tentativas e hipóteses.

O autor começa por apresentar o estado da Física por alturas de 1840-1850; explica em seguida como se chegou à formulação dos princípios da Termodinâmica, sendo este capítulo talvez o menos interessante da obra, pela excessiva atenção dedicada a pormenores experimentais, com prejuízo duma análise e interpretação mais vastas do assunto. No capítulo dedicado à Teoria Cinética indica-se de forma clara o significado estatístico das grandezas termodinâmicas.

Depois duma exposição da Teoria Ondulatória da Luz tal como era compreendida antes de Maxwell, o autor aponta os conceitos deste físico sobre Electromagnetismo, mas quase não faz referência às consequências ópticas da sua teoria.

Segue-se a descrição da experiência de Michelson, a comparação da relatividade restrita com a newtaniana e uma breve referência à relatividade generalizada.

A parte final da obra é dedicada às modernas teorias físicas: a hipótese quântica é a apresentada como consequência das leis da radiação do corpo negro; a teoria de Bohr encontra-se exposta de forma notável, bem como as suas consequências atómicas e espectroscópicas, e há uma desenvolvida referência à Mecânica Ondulatória.

O livro termina com capítulos sobre radioactividade, núcleo atómico e astrofísica; neste último, especialmente interessante, resumem-se os conhecimentos e hipóteses actuais sobre a estrutura do Universo.

C. D. 532.595

Chambres d'equilibre — Cours d'aménagement des chutes d'eau — *Prof. M. Alfred Stucky.*

Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne — 1951 — 124 págs. A5.

As lições do Prof. Stucky, reunidas nesta obra, referem-se à teoria das chaminés de equilíbrio, em aproveitamentos hidroeléctricos com o esquema clássico — galeria em pressão, chaminé, conduta forçada, turbinas.

Depois de justificar a necessidade de introdução da chaminé no esquema, por uma análise sumária do fenómeno do golpe de ariete, com e sem chaminé, o autor estabelece as equações gerais do fenómeno das oscilações livres e expõe os métodos gerais para a sua resolução — balanço energético, método das diferenças finitas (Pressel), gráfico (Schoklitsh) e semi-gráfico (Calamé-Gaden). Expõe em seguida a aplicação da teoria geral às chaminés de secção constante e às chaminés com câmara de expansão, com descarregador, com estrangulamento e diferenciais. Estuda-se também a influência do efeito da regulação das turbinas no fenómeno.

Toda a exposição é feita com lógica e grande clareza, acompanhada de exemplos que ilustram os diferentes casos. Reproduzem-se alguns dos ábacos da «Théorie générale des chambres d'équilibre», de Calamé Gaden.

À análise crítica e comparativa dos diferentes métodos e hipóteses é interessante, mas superficial. Gostariamos especialmente de ver tratada com mais detalhe a questão fundamental das manobras a tomar em consideração.

A obra deve ser de útil consulta para os engenheiros-hidráulicos portugueses. Estranhamos que não seja tratado o problema das chaminés de equilíbrio localizadas a jusante das turbinas. Se o fosse, poderíamos dizer que só excepcionalmente se apresentaria em Portugal um problema de chaminés de equilíbrio que não pudesse ser estudado pela aplicação directa dos métodos expostos, sem necessidade de consulta de obras mais especializadas.

J. Amorim

C. D. 512.831

Finte Matrices — *W. L. Ferrar.*

Geoffrey Cumberlege — Universidade de Oxford. [17 6 net].

O autor escreveu o livro admitindo da parte do leitor um conhecimento geral da álgebra matricial.

O livro tem 8 capítulos:

Cap. I — *Introdução,* que trata das definições e das propriedades fundamentais relativas às matrizes.

Cap. II e Cap. III — Matrizes Equivalentes em que se estuda a transformação de matrizes e o conceito de equivalência.

Cap. IV — «Colination» que desenvolve o estudo da equação matricial do tipo (X) = (T) (x).

Cap. V — Séries infinitas e funções de matrizes (estando incluído nesta rubrica um interessante estudo sobre derivadas e diferenciais de funções de matrizes).

Cap. VI — Congruência.

Cap. VII — Equações matriciais.

Cap. VIII — Notas sobre «resolvente de uma matriz» «formas quadráticas positivas».

Foi com agrado que lemos mais um livro do autor. Salientamos em especial os Cap. IV, V, VI e VII, os mais interessantes do livro, — e também de mais interesse nas aplicações — .

A exposição é clara e a notação simples. Lamentamos a ausência de demonstrações em certos teoremas, em que talvez fosse necessário dar ao leitor pelo menos os tópicos delas. E é também pena que ao fim de cada capítulo não haja uma pequena colectânea de problemas.

Fora isso o livro é excelente e é didáctico.

FICHEIRO

LIVROS

C. D. 526 9 (02)

Topografia — *Werkmeister.*
Editorial Labor, 1937, vol. 2, pág. 326.

C. D. 53 088

Física Prática — *Mário Fontoura.*
A. E. I. S. T., 1948-49, vol. 1, pág. 180.

C. D. 537 527.5

Gap Recovery Stroength of A-C Aves at ligh Pressure — *Dr. W. M. Bauer and Dr. J. D. Cobine.*
Harvard University, 1941-42, vol. 322, pág. 8.

C. D. 620.171.5

Photographic Method for Model Analysis of structures — *M. M. Rocha,* and *J. F. Borges.*
Laboratório de Engenharia Civil (M. O. P.), 1949, págs. 129 a 142.

Communication Presented at the annual meting of the society for experimentel stress analysis — New-York.

C. D. 621.314.2.045.58.012

Suge Characteristics of Two-Winding Transformcos — *Reinbold Rindenberg.*
Harvard University, 1941-42, vol. 343, pág. 8.

C. D. 628.18 (469) Lisboa

Inauguração da Estação Elevatória dos Olivais.
Companhia das Águas de Lisboa, 5-948, págs. 1-84.

C. D. 661 513

Production of Ammonia Synthesis Gas from coke.
The Power Gas Corporation, Ltd., 1951, vol. 1, pág. 10.

C. D. 661.879.2

A indústria do Rádio — *A. Pio Leite.*
1929, vol. 1, págs. 1-18.

C. D. 661.879.2 (469)

L'Industrie du Radium au Portugal — *Charles Lepierre A. et Pio Leite.*
1934, vol. 1, págs. 1-23.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 1+51

Filósofos e Matemáticos — *José Sebastião e Silva.*
Gazeta de Matemática, 12-950, vol. XI, n.º 49, págs. 4 a 6.

C. D. 37.015:355.019

Educación y Militarismo — *Fernando de Leon Porros.*
Universidad de San Carlos, IV, V, VI de 1948, n.º 11, págs. 26-38.

C. D. 371+378(04)

Proyeto de ley organica de las Universidades Latino-americanas — *Alfredo D. Calcagro.*
Universidad de San Carlos, 10-11-949, vol. 1, n.º XVII, págs. 20-42.

C. D. 378.1

Inauguracion del nuevo ciclo universitário — *Gerardo Molina, Ricardo Estrada.*
3-3-948, n.º X, págs. 149-164.

C. D. 389.6.001

Vantagens da Normalização — *Humberto de Sousa Reis.*
Rev. do S. N. dos Eng. Auxiliares, 9-10-950, n.º 57-58, págs. 176-178.

C. D. 518.3

Construcciones de Nomogramas Sencilos — *Oscar Palonco.*
Universidad de San Carlos, VII-VIII-IX de 1948, n.º XII, págs. 181-203.

C. D. 519.2

Problèmes de dépouillements—Problèmes interessant un nombre non limité de candidats — *Pierre Dufresne.*
Gazeta de Matemática, 12-950, vol. XI, n.º 46, págs. 6 a 12.

C. D. 530.145.531.01

A função de Dirac — Sua interpretação matemática — *Ruy Luis Gomes.*
Gazeta de Matemática, 12-950, vol. XI, n.º 46, págs. 1 a 3.

CONTRA A
FERRUGEM
CONTRA O
VERDETE
CONTRA A OXIDAÇÃO DE TODOS OS METAIS, OPONHA UMA DEFESA EFICIENTE
Para que os objectos metálicos se não deteriorem, importa protegê-los com um revestimento preventivo, transparente e quase impalpável, como que uma película de grande resistência.
A TABELA DE RECOMENDAÇÕES DOS S/V SOVA--KOTES indica o tratamento adequado para qualquer stock metálico, conforme a sua exposição, a sua qualidade ou o seu manuseamento.
Os S/V Sova-Kotes são produtos largamente empregados para proteger as peças metálicas durante a fabricação, montagem ou inspecção.
S/v
SOVA-KOTE
Anti-ferrugem
SOCONY-VACUUM
UMA SEGURA PROTECÇÃO, PROLONGA A DURAÇÃO
SOCONY-VACUUM
2260

C. D. 532.5.001.5

Sur nos recherches aérodynamiques appliquées aux turbomachines — *J. Lalive d'Epinay.*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 357-367.

C. D. 534.1:621—226.2

Vibrations autoexciteés des aubes de turbomachines — *Ch. Bellenot e J. Lalive d'Epinay.*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 368-376.

C. D. 535.24.081

Grandeurs et unités photométriques.

Energie, 3-4-951, n.º 106, pág. 1360.

C. D. 537.312.6

Resistências com alto coeficiente negativo de temperatura «NTC».

Revista Electrotécnica, 8-951, vol. 37, n.º 9, págs. 357-358.

C. D. 621.165(091)

Cinquante ans de construction de turbines à vapeur Brown Boveri — *P. Faber (Th).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 339-342.

C. D. 621.165—181.2

Turbinas de grande puissance — *E. A. Kerez (Th).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 377-383.

C. D. 621.165—181.2

Turbines de grande puissance — *E. A. Kerez (Th).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 377-383.

C. D. 621.165:621.311.322

Quelques chiffres remarquabls concernant le service de turbines à vapeur de grande puissance — *E. A. Kerez (P. H.).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 402-403.

C. D. 621.3:351.79

Regulamentação das instalações eléctricas em estabelecimentos fabris — *Rev. do Sind. N. dos Eng. Auxiliares.*

1950, vol. 2, n.º 55-57, pág. 8.

C. D. 621.311.1(45)

Sviluppo degli Impianti dell'A. E. M. a Milano e in Voltellina, dal 1910 al 1950 — *Tilippo Covati.*

L'Elettrotecnica, 5-951, vol. XXXVIII, n.º 5, págs. 219-230.

C. D. 621.311 22

Considérations sur les centrales à vapeur de production d'énergie — *Cl. Scippel (P. H.).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 342-356.

C. D. 621.311.22:676(494)

Une nouvelle centrale industrielle avec chaudière Velox à la Fabrique de papier de Cham — *A. Spoerli (Tr).*

Revue Brown Boveri, 10-950, vol. 37, n.º 10, págs. 384-391.

C. D. 621.315.333—57

Considerações sobre o arranque de motores asincronos — *J. G. Santos Mattos.*

Rev. do S. N. dos Engenheiros Auxiliares, 9-12-950, n.º 57-58, págs. 161-170.

C. D. 621.316.5.015.5

Considerazione sul «Metodo Sintetico» per la Prove D'Interronzione di corrente alternata — *Sergio Bronno Toniolo.*

L'Elettrotecnica, 6-951, vol. XXXVIII, n.º 6, págs. 258-265.

C. D. 621.316.728

Regolatori del Carico su Eletrodotti in Anello — *Aldo Righi*

L'Elettrotecnica, 5-951, vol. XXXVIII, n.º 5, págs. 231-236.

C. D. 621.317.2 : 2.621.3.027.7

Laboratórios de Investigação para Alta Tensão.

Suíça Técnica, 1951, n.º 2, págs 37-38.

C. D. 621.317.715

Determinação da constante dum Galvanómetro com auxílio dum bar Termo-Eléctrico.

Revista Politécnica, 5-6-951, n.º 160.

C. D. 621.317.785 6

Compteurs d'excédent d'énergie réactive — *José Chanas.*

Électricité, 1-951, n.º 168, págs. 26-28.

C. D. 621.395.9 : 625.2

O telefone no comboio.

Suíça Técnica, 1951, n.º 1, págs. 55-56.

C. D. 621.396.43.029.7

O «Cabo Hertziano» — *H. Staub.*

Suíça Técnica, n.º 1, págs. 51-54.

C. D. 621.789.4

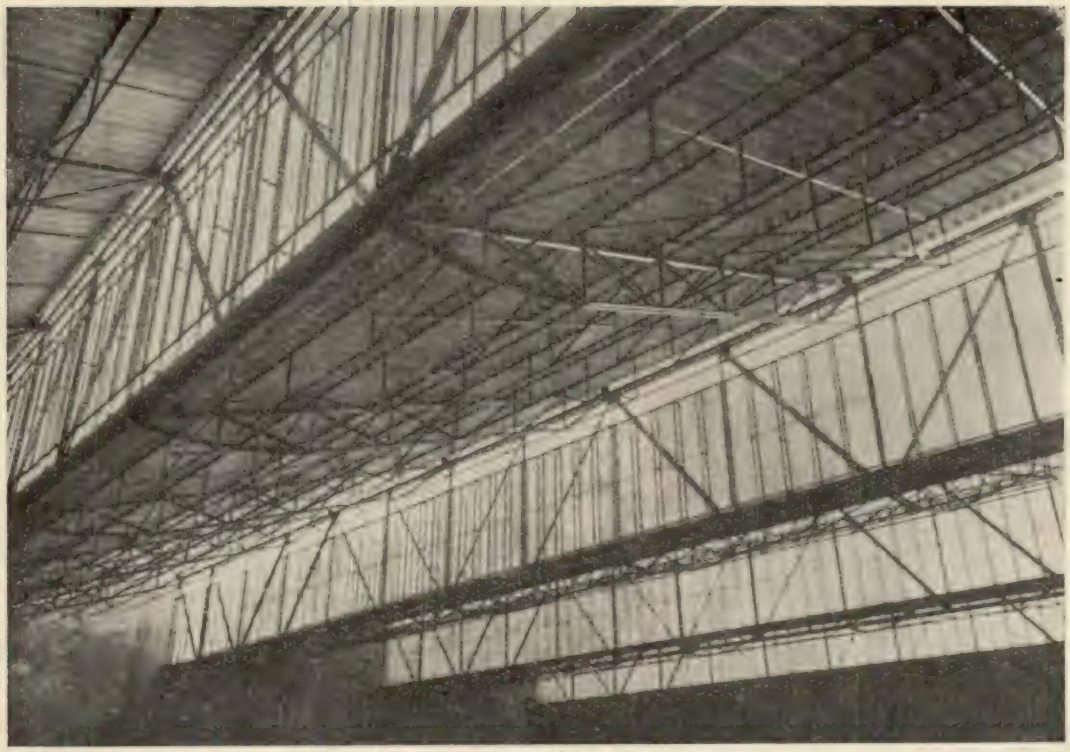
Máquinas para pesar, encher, embrulhar e empacotar — *Eng.º W. Heidelberger.*

Suíça Técnica, 1951, n.º 2, págs. 17-28.

C. D. 628.12 (42)

Um interessante abastecimento colectivo de Água, utilizando bombas de eixo vertical Sulzer.

Suíça Técnica, 1951, n.º 2, págs. 40-44.



Aspecto duma das coberturas feitas para as Fábricas Barros, L.da

Executada por

OMES

OBRAS METÁLICAS ELECTRO-SOLDADAS, L.DA

Nesta oficina executam-se também os seguintes outros trabalhos:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede:

Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10

Telef. 3 9008

LISBOA

C. D. 629.13 : 631

Low-cost Crop Spraying.
The Aeroplane, 6-4-951, vol. LXXX, n.º 2072, pág. 416.

C. D. 629.13.00.22

Aircraft — The Production Airjet.
The Aeroplane, 13-4-951, vol. LXXX, n.º 2073, pág. 434.

C. D. 629.13.00.22

Novel Production Processes (Construção aeronáutica).
The Aeroplane, 27-4-951, vol. LXXX, n.º 2075, pág. 510.

C. D. 629.13.00.31

Air Lines Economics — *Peter Masefield.*
The Aeroplane, 18-5-951, vol. LXXX, n.º 2078, pág. 610 e 25-5-951, vol. LXXX, n.º 2079, pág. 637.

C. D. 629.13.012

Meteor 8 — Its Genesis and Structure.
The Aeroplane, 6-951, vol. LXXX, n.º 2081, pág. 685.

C. D. 629.13.012.31

Problems of Pilot Ejection.
The Aeroplane, 30-3-951, vol. LXXX, n.º 2071, pág. 378.

C. D. 629.132.23

Lighter-than-air defence in the U. S.
The Aeroplane, 18-5-951, vol. LXXX, n.º 2078, pág. 599.

C. D. 629.135.1

Aluminium Sailplanes.
The Aeroplane, 18-6-948, vol. LXXIV, n.º 1932, pág. 732.

C. D. 629.135.4

A Review of Helicopter Progress — *L. S. Wigdortelink.*
The Aeroplane, 25-5-951, vol. LXXX, n.º 2079, pág. 634 e 1-6-951, vol. LXXX, n.º 2080, pág. 659.

C. D. 629.135.4

Britain's First Twin-engined Helicopter.
The Aeroplane, 16-3-951, vol. LXXX, n.º 2069, págs. 321-328.

C. D. 629.135.51

Flying the Auster Floatplane — *Derek D. Dempster.*
The Aeroplane, 23-2-951, vol. LXXX, n.º 2066, págs. 239-240.

C. D. 629.135.65

Convertible Aircraft — *J. S. Shapirs.*
The Aeroplane, 6-4-951, vol. LXXX, n.º 2072, pág. 412 e 25-5-951, vol. LXXX, n.º 2079, pág. 628.

C. D. 629.135.9 : 629.13.012

Britain's Latest Feeder Liner.
The Aeroplane, 18-5-951, vol. LXXX, n.º 2078, pág. 601.

C. D. 629.135.9

Air Racing in Practice — *Tony Cole.*
The Aeroplane, 7-951, vol. LXXXI, n.º 2086, pág. 48.

C. D. 629.135.9

Flying the Sturgeon — *Derek D. Dempster.*
The Aeroplane, 27-4-951, vol. LXXX, n.º 2075, pág. 506.

C. D. 629.135.9

Flying the Cessna 170 — *John Fricker.*
The Aeroplane, 9-3-951, vol. LXXX, n.º 2068, pág. 298.

C. D. 629.135.9

Flying the Meteor 8 — *Derek D. Dempster.*
The Aeroplane, 11-5-951, vol. LXXX, n.º 2077, págs. 565-568.

C. D. 629.135.91 (007.4)

Techniques of Training the Military Pilot — *John Fricker.*
The Aeroplane, 9-3-951, vol. LXXX, n.º 2068, págs. 286-294.

C. D. 629.135.91

The R. A. F's New Basic Trainer.
The Aeroplane, 4-5-951, vol. LXXX, n.º 2076, págs. 536-542.

C. D. 629.136.1 (009.4)

Invention of the «Free-type» Parachute.
The Aeroplane, 30-3-951, vol. LXXX, n.º 2071, pág. 380.

C. D. 629.136.3

Rocket Researches.
The Aeroplane, 18-5-951, vol. LXXX, n.º 2078, pág. 600.

C. D. 629.139.2

B. E. A's New Hangar at London Airport.
The Aeroplane, 23-3-951, vol. LXXX, n.º 2070, págs. 358-360.

C. D. 629.139.52

Training Air Traffic Controllers.
The Aeroplane, 9-2-951, vol. LXXX, n.º 2064, pág. 199.

C. D. 654.195/6:534.812

Perfeccionamientos en las técnicas de la grabación móvil — *M. J. L. Pulling.*
Revista Electrotécnica, Abril 1951, vol. 37, n.º 4, págs. 141-151.

C. D. 663.632.8 : 621.175

El cloro mantiene limpios los condensadores de las turbinas a vapor y las piletas de recirculación del água de enfriamiento — *Liljesthrom, (R. D.)*
Revista Electrotécnica, Maio 1951, vol. 37, n.º 5, págs. 191-195.

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINE A GAZ

MONTROUGE — FRANCE

Aparelhos de Medida para todas as instalações de Gás, Electricidade — Água e Vapor

Contadores para

Água — Gás

Vapor

Electricidade

Amperímetros

Voltímetros

Wattímetros

Ohmímetros

Aparelhagem completa para protecção de Linhas de Transporte de Energia Eléctrica

MATERIAL EM STOCK

REPRESENTANTES GERAIS PARA PORTUGAL E COLÓNIAS:

NOGUEIRA LIMITADA

107, RUA DOS DOURADORES — LISBOA

TEL. 2 1381 — 2 1382 — 30655

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

APARELHOS DE MEDIDA

CHAUVIN ARNOUX & C.IE

TINTAS E VERNIZES

BITULAC, L.TD

CARVÕES DE ARCO PARA CINEMA E FOTOGRAVURA

S.TE LE CARBONE LORRAINE

ELECTRODOS E TODOS OS ACESSÓRIOS PARA SOLDADURA ELECTRICA

ARCOS

CONSULTAR:

J. ROMA, L.DA

PRAÇA DA FIGUEIRA, 12 — LIBOA

Telefone 3 3133

DUPLICADORES

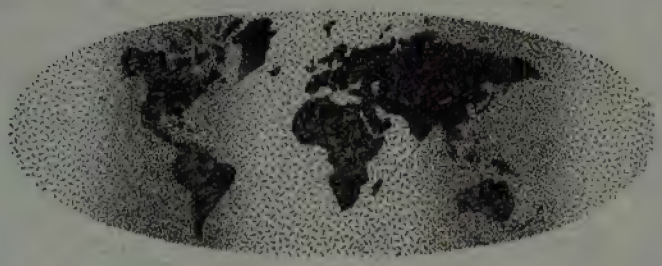
Manuais e electricos

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 — Telefone 2 2020 - LISBOA
LARGO DO PADRÃO, 28, 1.º — Telefone 2 3469 - PORTO



FORNECEDORES MUNDIAIS

de todos os produtos de Telecomunicação

Sistemas Telefónicos para Áreas de qualquer capacidade

Equipamento telefónico automático para estações principais e satélites.
Sistemas directores para áreas de grande população.
Equipamento telefónico automático tipo 2027.
Estações automáticas rurais.
Estações semi-automáticas.
Estações inter-urbanas automáticas e manuais.
Equipamento de identificação do assinante chamador.
Estações particulares de comutação automática (PPCA)
Estações particulares automáticas.
Sistemas telefónicos de botão.
Telefones e acessórios.
Lâmpadas de sinalização (HIVAC, Lda.).
Resistências não lineares tipo «Atmite».
Condensadores.

Equipamento de Sinalização para Sistemas Telefónicos

Sistemas de sinalização e marcação a frequências vocais, usando os códigos C. C. I. F.
Equipamento de sinalização com utilização das frequências 500/20 c/s.
Equipamento de marcação usando a frequência 50 c/s.

Equipamento de Rádio e de Transmissão

Equipamento rádio telefónico multi-via de V. H. F.
Equipamento fixo e móvel a uma ou mais vias de V. H. F.
Equipamento rádio telegráfico: unidades de controle de frequência por chaves e terminais receptores.
Equipamento de transmissão telegráfica: Repetidores regenerativos e distribuidores emissores para Teleimpressores electrónicos e Teleimpressores de fita.
Sistemas telefónicos de Altas Frequências a 1, 3, 4 e 12 vias para linhas aéreas ou cabos subterrâneos; Sistemas telegráficos de Altas Frequências a 4, 6 e 8 vias e sistemas telegráficos a Frequências Vocais para 6, 12, 18 e 24 vias.
Equipamento inversor de frequências e de segredo da conversação.
Equipamento de ensaio de transmissão.
Bobinas de carga.
Válvulas electrónicas, incluindo tipos militares (HIVAC, Lda.).
Repetidores para Altas e Audio frequências.
Tubos de cátodo frio.

Sistemas de Controle Remoto

Sistemas de controle e selecção remotos com equipamento indicativo e de telemedidas, para:

- Redes de distribuição de gás.
- Redes de distribuição de óleo.
- Caminhos de ferro eléctricos, Tramways e Trolleybuses para empresas e serviços públicos.
- Equipamento de sinalização e telefónico apoiados em linhas de energia.

Sistemas Ritmáticos por impulsos, para iluminação pública, selecção de cargas, etc.

Sistemas Especiais de Sinalização

Equipamento telefónico e de sinalização para minas.
Sistema Electromático de sinalização de tráfego, actuado pelo veículo para intersecções simples e complexas; sistemas interligados.

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA, S. A. R. L.

Sede: Avenida António Augusto de Aguiar, 19-3.º Esq., Lisboa

Fábrica: Avenida Infante D. Henrique (Cabo Ruivo), Lisboa

Agentes para o Norte de Portugal:

CUSTÓDIO JOSÉ RODRIGUES, FILHOS, LDA.

74, Rua de S. João, 78 — Telefone 2 2014 — PORTO

Companhia associada da

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC CO. LTD.

Londres e Liverpool — Inglaterra

Companhia Portuguesa de Fundações e Sondagens, L.da

(FUNSON)

Concessionários das "Patentes François"

Impermeabilização de barragens, depósitos, túneis, etc.

Profundação de poços e perfuração de galerias.

Sondagens a percussão e rotação, captação de águas e furos artesianos.

Estacaria «FRANÇOIS» de betão e injectados.

Análises por métodos geofísicos.

Injecções de argamassa Coloidal «*Colgrout*» e «*Colcrete*»

Calçada do Combro, 32-2.° Dt.° — Telef. 21583 - LISBOA

CARLISLE

A MOTONIVELADORA INGLESA DE FAMA MUNDIAL!...

MOTOR DIESEL LEYLAND — LAMINA DE AÇO CONTRA O DESGASTE — TODOS OS COMANDOS HIDRÁULICOS — DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA — PNEUS ESPECIAIS ANTI-DERRAPANTES 13, × 23 ETC. ETC. ETC.

E ALÉM DE TUDO ISTO O SEU

PAGAMENTO É FEITO EM ESTERLINO

Distribuição mundial por

BLACKWOOD HODGE

Praça da Alegria 58, 5.º A LISBOA Telefones 3 2064 — 3 2065

Portugal, Inglaterra, França, E. U. A., Espanha, Irlanda, Bélgica, Itália, África do Sul, África Oriental, África Ocidental, as duas Rodésias e Nyassaland, Congo Belga, Angola, Moçambique, Sudão, Índia, Paquistão, Ceilão, Birmânia, Austrália

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos e para todas as aplicações

Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo «**Klein, Schanzlin e Becker**»

Motores a óleos pesados «**SKODA**»

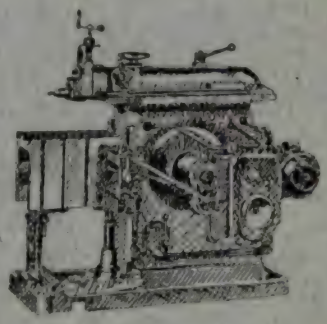
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»

Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»

Transportadores aéreos

Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

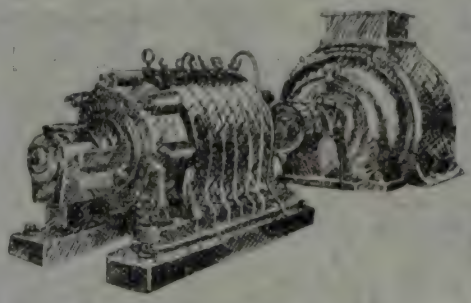
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas portáteis

Material para garagens e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45-49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

"GREY"

Vigas e Ferros T

Agentes exclusivos para Portugal e Colónias Portuguesas

NOGUEIRA LIMITADA

LISBOA

107 — R. dos Douradores

Tel. 21381 — 21382 — 30655

PORTO

136 — Rua do Almada

Tel. 27167

FUNDAÇÕES FRANKI

«Estacas FORUM do cais fluvial do armazem da J. N. V. em Águeda

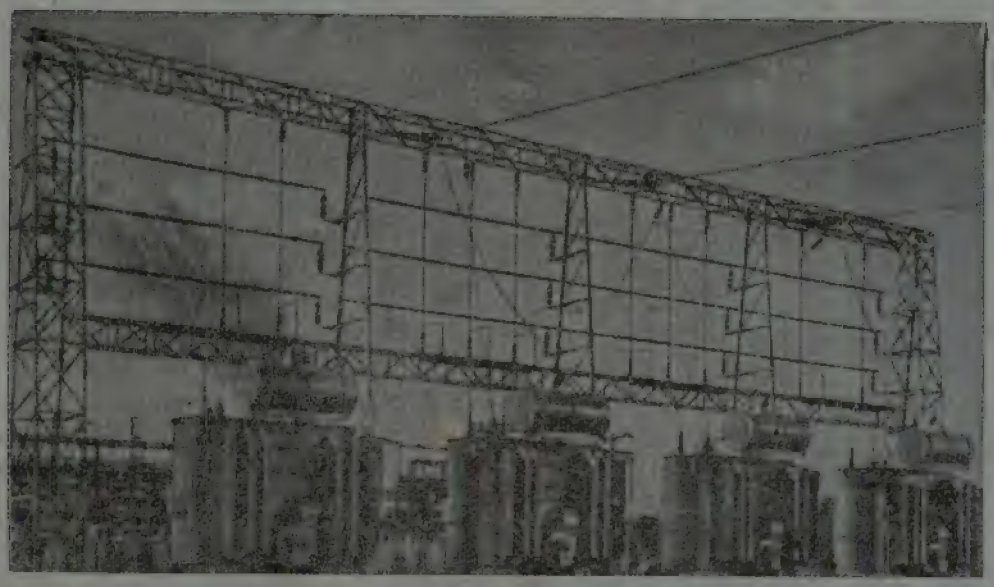
✦

Sociedade Construtora Portuguesa, L.da

P. da Alegria, 20, r/c — Telef. 27456 — LISBOA

GENERAL ELECTRIC

SCHENECTADY, N. Y



Subestação ao ar livre de 25.000 kVA, 220.000 volts

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor de potência. Tracção eléctrica Máquinas. Transformadores e Eléctrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas têxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de electro-medicina. Instalações de Som.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA — Rua do Norte, 5
Telefones: 2 8135 - 2 8136

PORTO — R. Sá da Bandeira, 585
Telefone 2 5907

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

●

CONDUTORES ELÉCTRICOS

CEL

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

●

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

OFFICINA MECCANICA SANT'ANDREA S. p. A.

NOVARA (Itália)

CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS PARA LÃ PENTEADA

25 ANOS DE EXPERIENCIA

MAIS DE 100 INSTALAÇÕES COMPLETAS EM SERVIÇO NO MUNDO INTEIRO

PENTEAÇÃO:

Penteadora, largura de vela m/m 320 e 450 — Intersectings (Intersecções) Gill-Box para a impressão da fita penteada (cardeada), sistema «Vigoureux».

PREPARAÇÃO - TECELAGEM:

Sortidos de preparação — Transformação de antigos sortidos — Continuadores de tecer de vários tipos.

RETORCEDURA:

Sambladoras — Continuadores de retorcer por aneis para todos os texteis.

REPRESENTANTES EM: Alemanha, Argentina, Austrália, Bélgica, Brasil, Chile, Dinamarca, Equador, Finlandia, França, Grécia, Holanda, Iraque, México, Noruega, Perú, Portugal, Suécia, Suisa, Estados Unidos, África do Sul, Turquia, Uruguay.

Représentantes em Portugal

M. CARVALHO D'ABREU

RUA FORMOSA, 182-A, 2.º // Telef. 2 7340 // PORTO

SOPECATE

Sondagens e Fundações

Técnicos responsáveis:

Eng.os Álvaro de Melo Gouveia
Eduardo Cansado Carvalho

Rua do Arsenal, n.º 146-2. Esq.º

Telefone 34010 LISBOA

Ponte Praça de Aveiro

Construção de estacas moldadas, perto do Grande Edifício do Hotel. Trabalho executado para a Direcção de Pontes J. A. E.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

Agentes em todo o País

FORNOS ELÉCTRICOS PARA FUSÃO

FUSÃO RÁPIDA, ECONÓMICA E CONTROLADA

— Fornos «*Birlec-Detroit*» de arco, basculantes, para latão, bronze, cobre, ligas de ferro, etc.

— Fornos «*Birlec-Lectromelt*» de arco para aço e ferro.

— Lares anteriores *Birlec* para fornos de cúpula para sobreaquecimento de ferro em fusão.

— Fornos «*Birlec-Tama*» de indução, de baixa frequência, para alumínio e ligas leves.

— Fornos «*Birlec-Northrup*» de indução, de alta frequência, para metais ferrosos e não ferrosos.

DESDE PEQUENOS FORNOS DE LABORATORIO
ATE ÀS UNIDADES DA MAIS ALTA PRODUÇÃO

BIRLEC **LIMITED**

TYBURN ROAD • ERDINGTON • BIRMINGHAM 24

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS DE FUNDIÇAO:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

RUA DO NORTE, 5 LISBOA Telefones: 2 8135/6

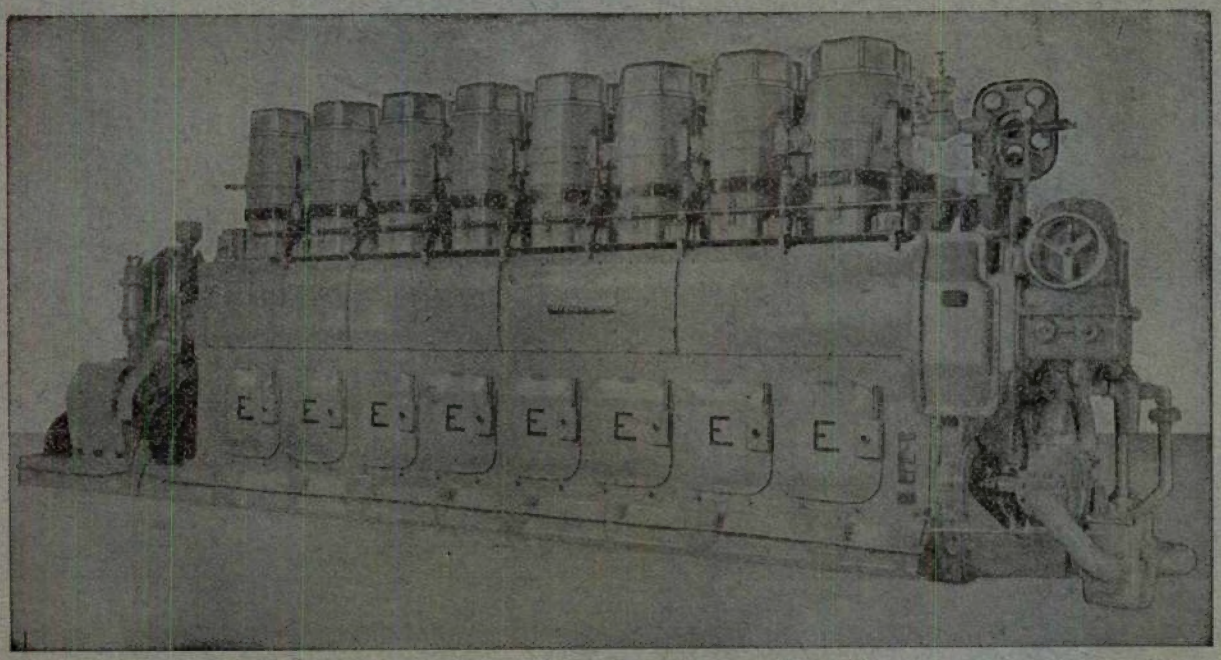
AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS:

ALHERS, LINDLEY, L.DA

RUA DO FERREGIAL DE BAIXO, 33, 2.° — LISBOA — Telefones: 2 1321/4

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP — **200 a 850 RPM** — **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º — **LISBOA**

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Formulário de Matemáticas Gerais

Pelos Eng.os Fernando Jácome de Castro
Afonso Rodrigues J. Fernandes

Livro de grande utilidade para técnicos, matemáticos e estudantes

PREÇO 60$00

(Desconto de 10 % aos nossos assinantes)

EDIÇÃO DA TÉCNICA

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

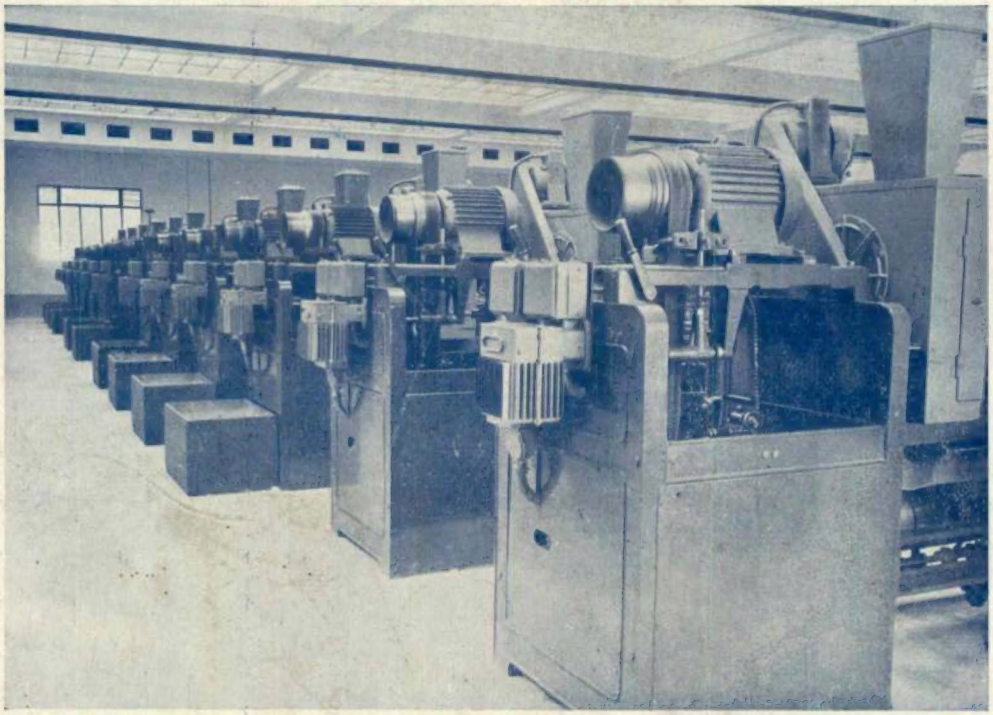
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2411

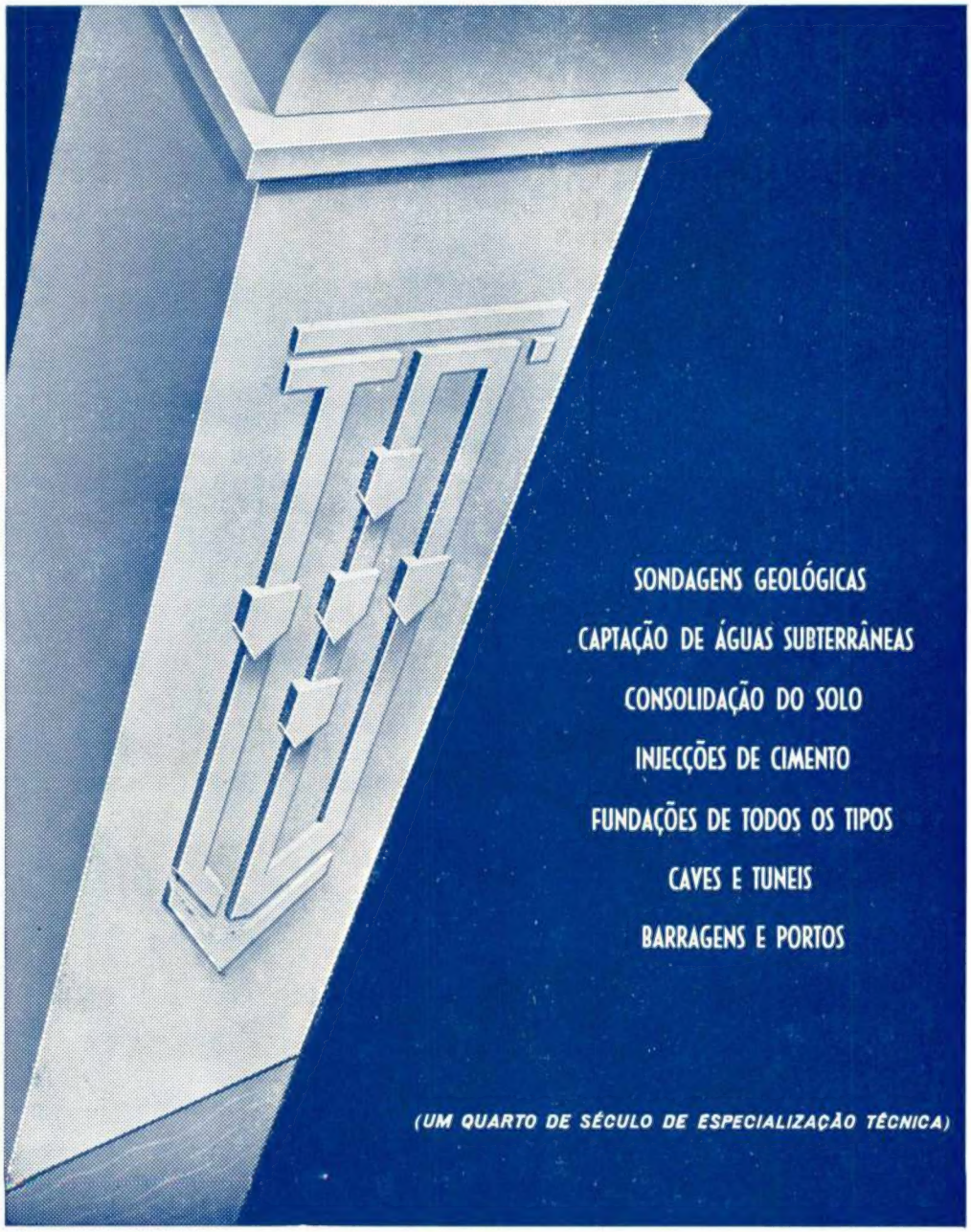
Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



Accionamento de contínuos de fiar algodão, com motores de rotor em curto-circuito e arranque especialmente suave, na Fábrica de Mindelo

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA